

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra městského inženýrství

**Rodinný dům – vytápění**  
**The Family house – The Heating**

Student:  
Vedoucí bakalářské práce:

Radek Šulák  
Ing. Zdeněk Jaroň

Ostrava 2012

### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských řádů, v rámci školních představení a užití díla a § 60 – školní dílo
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo a nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny na informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním dílo užít v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do její skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

## Anotace

Radek Šulák: Vytápění v rodinném domě. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. Fakulta stavební. Katedra prostředí staveb a TZB. Počet stran 30

Tématem bakalářské práce je zpracování projektu vytápění rodinného domu nízkoteplotním vytápěním. Bakalářské práce je rozdělená na část stavební a část TZB.

Ve stavební části jsou řešeny konstrukční části budovy s ohledem na tepelně technické vlastnosti budovy, statické posouzení a maximální využití typizovaných výrobků použitého systému. V části zabývající se TZB je projekt nízkoteplotního vytápění objektu s využitím tepelného čerpadla vzduch/voda.

Radek Šulák: Heating in a family house. Bachelor's Degree Thesis. VSB – Technical University of Ostrava. Faculty of Civil Engineering. Department of Environment and M & E building. **Department of Environment and M & E building** Number of pages 30.

The theme of the thesis project is elaboration of house heating project via low-temperature heating. The thesis is divided into a part of 1] the construction and 2] building equipment.

In the first section is solved the building construction of the components with regard to thermal and technical characteristics of the building, statical analysis and maximum use of standardized products in the system used. In the second section is solved project of house heating via low-temperature heating with using heat pumps air / water.

## Použité značky ve vzorcích a jednotky

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| [m <sup>2</sup> ]           | plocha obalových konstrukcí                        |
| b [-]                       | činitel teplotní redukce                           |
| BOZP                        | bezpečnost a ochrana zdraví při práci              |
| B.p.V                       | Balt po vyrovnání                                  |
| ČSN                         | Česká technická norma                              |
| ČUBP                        | Český úřad bezpečnosti práce                       |
| Dxt [mm]                    | vnější průměr potrubí x tloušťka stěny materiálu   |
| E1 [kWh/m <sup>3</sup> rok] | měrná potřeba tepla                                |
| Fi, T [kW]                  | tepelné ztráty prostupem objektu                   |
| Fi, V [kW]                  | tepelné ztráty větráním                            |
| Fi, HL [kW]                 | tepelné ztráty objektu                             |
| hmax [m]                    | maximální dopravní výška teplonosné pracovní látky |
| HUP                         | hlavní uzavěr plynu                                |
| ξ [-]                       | součinitel místních odporů                         |
| l [m]                       | délka úseku  |
| M [kg/h]                    | hmotnostní průtok                                  |
| m.n.m.                      | metrů nad mořem                                    |
| n [1/h]                     | násobnost výměny vzduchu                           |
| NTL                         | nízkotlakové                                       |
| obr.                        | obrázek  |
| PD                          | projektová dokumentace                             |
| Q [W]                       | výkon  |
| Qh [kWh/a]                  | potřeba tepla na vytápění                          |
| Qi [kWh/a]                  | tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla              |
| Qs [kWh/a]                  | tepelný zisk ze slunečního záření                  |
| Qt [kWh/a]                  | potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem   |
| Qv [kWh/a]                  | potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním    |
| R [m <sup>2</sup> K/W]      | tepelný odpor konstrukce                           |
| RHi [%]                     | relativní vlhkost v interiéru                      |
| ρ [kg/ m <sup>3</sup> ]     | měrná hmotnost                                     |

|                        |   |
|------------------------|---|
| Tai [°C]               | návrhová teplota vnitřního vzduchu            |
| Te [°C]                | návrhová teplota venkovního vzduchu           |
| tl. [mm]               | tloušťka                                      |
| t0 [°C]                | počáteční teplota vody                        |
| tp max [°C]            | maximální teplota teplotonosné pracovní látky |
| U [W/m <sup>2</sup> K] | součinitel prostupu tepla                     |
| V [m <sup>3</sup> ]    | obestavěný prostor                            |
| v [m/s]                | rychlost proudění                             |
| v [1/kW]               | směsný objem soustavy                         |
| Z [Pa]                 | tlaková ztráta místními odpory                |

### Násobky a zlomky

|    |         |               |                  |
|----|---------|---------------|------------------|
| G  | (giga)  | 1 000 000 000 | 10 <sup>9</sup>  |
| M  | (mega)  | 1 000 000     | 10 <sup>6</sup>  |
| k  | (kilo)  | 1 000         | 10 <sup>3</sup>  |
| h  | (hekto) | 100           | 10 <sup>2</sup>  |
| da | (deka)  | 10            | 10 <sup>1</sup>  |
| d  | (deci)  | 0,1           | 10 <sup>-1</sup> |
| c  | (centi) | 0,01          | 10 <sup>-2</sup> |
| m  | (mili)  | 0,001         | 10 <sup>-3</sup> |
| μ  | (mikro) | 0,000 001     | 10 <sup>-6</sup> |

### Důležité přepočty

|          |   |  |
|----------|---|--|
| 1 bar    | = | 10 kPa   |
| 0,1 mbar | = | 10 Pa  |
| 1 kcal   | = | 4,2 kJ   |
| 1 kWh    | = | 3600 kJ  |
| 1 kcal/h | = | $\frac{4,2 \cdot 1000}{3600} = 1,16 \text{ W}$ |

## **OBSAH:**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ÚVOD.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA .....</b>                                    | <b>5</b>  |
| 2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....                                     | 5         |
| 2.2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVEBNÍKA .....                          | 6         |
| 2.3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZPRACOVATELE PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE ..... | 6         |
| 2.4. ÚDAJE O DOSAVADNÍM VYUŽITÍ A ZASTAVĚNOSTI ÚZEMÍ .....         | 6         |
| 2.5. ÚDAJE O STAVEBNÍM POZEMKU.....                                | 6         |
| 2.6. MAJETKOPRÁVNÍ VZTAHY.....                                     | 7         |
| 2.7. VLASTNICKÉ PRÁVO K POZEMKU URČENÉHO K VÝSTAVBĚ .....          | 7         |
| 2.8. ÚDAJE O PROVEDENÝCH PRŮZKUMECH.....                           | 7         |
| 2.9. NAPOJENÍ NA DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURU .....                     | 8         |
| 2.10. NAPOJENÍ NA VODOVODNÍ ŘÁD .....                              | 8         |
| 2.11. NAPOJENÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE.....                           | 8         |
| 2.12. PLYNOVOD.....  | 8         |
| 2.13. DEŠŤOVÁ KANALIZACE .....                                     | 8         |
| 2.14. PŘÍPOJKA NN .....  | 9         |
| 2.15. INFORMACE O DODRŽENÍ OBECNÝCH POŽADAVKŮ .....                | 9         |
| <b>3. TECHNICKÁ ZPRÁVA – STAVEBNÍ ŘEŠENÍ.....</b>                  | <b>9</b>  |
| 3.1. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU .....                        | 9         |
| 3.2. POPIS OBJEKTU.....  | 10        |
| 3.2.1. Konstruktivní uspořádání.....                               | 10        |
| 3.2.2. Základy.....  | 10        |
| 3.2.3. Svislé nosné konstrukce, příčky .....                       | 11        |
| 3.2.4. Vodorovné nosné konstrukce, podlahy .....                   | 11        |
| 3.2.5. Výplně otvorů.....  | 12        |
| 3.2.6. Střešní konstrukce .....                                    | 12        |
| 3.2.7. Posouzení konstrukcí .....                                  | 12        |
| 3.2.8. Bezpečnost práce .....                                      | 13        |
| 3.2.9. Životní prostředí .....                                     | 13        |
| 3.2.10. Všeobecná ustanovení.....                                  | 13        |
| <b>4. VYTÁPĚNÍ.....</b>  | <b>14</b> |
| 4.1.1. Výběr zdroje tepla.....                                     | 14        |
| 4.1.2. Dimenzování zdroje tepla .....                              | 14        |
| 4.2. TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTÍ .....                                | 15        |
| 4.2.1. Výpočet tepelných ztrát.....                                | 15        |
| 4.2.2. Návrh topných těles .....                                   | 16        |
| 4.2.3. Návrh teplotního spádu.....                                 | 16        |
| 4.3. OTOPNÁ SOUSTAVA.....  | 16        |
| 4.3.1. Dimenzování potrubí.....                                    | 16        |
| 4.3.2. Pojistný výkon.....   | 16        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.4. PRŮŘEZ SEDLA POJISTNÉHO VENTILU .....    | 17        |
| 4.5. VNITŘNÍ PRŮMĚR POJISTNÉHO POTRUBÍ .....  | 17        |
| 4.5.1. <i>Posouzení expanzní nádoby</i> ..... | 18        |
| 4.5.2. <i>Expanzní objem soustavy</i> .....   | 18        |
| 4.5.3. <i>Přírůstek objemu</i> .....          | 18        |
| 4.5.4. <i>Talkové ztráty v soustavě</i> ..... | 19        |
| 4.5.5. <i>Hydraulické vyvážení</i> .....      | 20        |
| 4.5.6. <i>Posouzení čerpadla</i> .....        | 20        |
| <b>5. TECHNICKÁ ZPRÁVA – TZB .....</b>        | <b>23</b> |
| 5.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE .....                     | 23        |
| 5.2. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU .....   | 23        |
| 5.3. PARAMETRY OBJEKTU .....                  | 23        |
| 5.4. PARAMETRY PROSTŘEDÍ .....                | 24        |
| 5.5. OTOPNÁ SOUSTAVA .....                    | 24        |
| 5.5.1. <i>Tepelné čerpadlo</i> .....          | 24        |
| 5.5.2. <i>Stavební připravenost</i> .....     | 25        |
| 5.6. ROZVODY .....                            | 25        |
| 5.7. SPOTŘEBIČE .....                         | 26        |
| 5.8. REGULACE .....                           | 26        |
| 5.9. SEKUNDÁRNÍ ZDROJ ENERGIE .....           | 27        |
| 5.10. BEZPEČNOST PRÁCE .....                  | 27        |
| 5.11. ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....                 | 27        |
| 5.12. VŠEOBECNÁ USTANOVENÍ .....              | 28        |
| <b>6. VYHODNOCENÍ PROJEKTU .....</b>          | <b>28</b> |
| <b>7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>     | <b>29</b> |
| <b>8. SEZNAM PŘÍLOH .....</b>                 | <b>30</b> |



## Použité značky ve vzorcích a jednotky

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| [m <sup>2</sup> ]           | plocha obalových konstrukcí                        |
| b [-]                       | činitel teplotní redukce                           |
| BOZP                        | bezpečnost a ochrana zdraví při práci              |
| B.p.V                       | Balt po vyrovnání                                  |
| ČSN                         | Česká technická norma                              |
| ČUBP                        | Český úřad bezpečnosti práce                       |
| Dxt [mm]                    | vnější průměr potrubí x tloušťka stěny materiálu   |
| E1 [kWh/m <sup>3</sup> rok] | měrná potřeba tepla                                |
| Fi, T [kW]                  | tepelné ztráty prostupem objektu                   |
| Fi, V [kW]                  | tepelné ztráty větráním                            |
| Fi, HL [kW]                 | tepelné ztráty objektu                             |
| hmax [m]                    | maximální dopravní výška teplonosné pracovní látky |
| HUP                         | hlavní uzávěr plynu                                |
| ξ [-]                       | součinitel místních odporů                         |
| l [m]                       | délka úseku  |
| M [kg/h]                    | hmotnostní průtok                                  |
| m.n.m.                      | metrů nad mořem                                    |
| n [1/h]                     | násobnost výměny vzduchu                           |
| NTL                         | nízkotlakové                                       |
| obr.                        | obrázek  |
| PD                          | projektová dokumentace                             |
| Q [W]                       | výkon  |
| Qh [kWh/a]                  | potřeba tepla na vytápění                          |
| Qi [kWh/a]                  | tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla              |
| Qs [kWh/a]                  | tepelný zisk ze slunečního záření                  |
| Qt [kWh/a]                  | potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem   |
| Qv [kWh/a]                  | potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním    |
| R [m <sup>2</sup> K/W]      | tepelný odpor konstrukce                           |
| RHi [%]                     | relativní vlhkost v interiéru                      |
| ρ [kg/ m <sup>3</sup> ]     | měrná hmotnost                                     |
| Tai [°C]                    | návrhová teplota vnitřního vzduchu                 |

|             |  |
|-------------|--|
| Te [°C]     | návrhová teplota venkovního vzduchu          |
| tl. [mm]    | tloušťka                                     |
| t0 [°C]     | počáteční teplota vody                       |
| tp max [°C] | maximální teplota teplotnosné pracovní látky |
| U [W/m2K]   | součinitel prostupu tepla                    |
| V [m3]      | obestavěný prostor                           |
| v [m/s]     | rychlost proudění                            |
| v [1/kW]    | směsný objem soustavy                        |
| Z [Pa]      | tlaková ztráta místními odpory               |

### Násobky a zlomky

|    |         |               |                  |
|----|---------|---------------|------------------|
| G  | (giga)  | 1 000 000 000 | 10 <sup>9</sup>  |
| M  | (mega)  | 1 000 000     | 10 <sup>6</sup>  |
| k  | (kilo)  | 1 000         | 10 <sup>3</sup>  |
| h  | (hekto) | 100           | 10 <sup>2</sup>  |
| da | (deka)  | 10            | 10 <sup>1</sup>  |
| d  | (deci)  | 0,1           | 10 <sup>-1</sup> |
| c  | (centi) | 0,01          | 10 <sup>-2</sup> |
| m  | (mili)  | 0,001         | 10 <sup>-3</sup> |
| μ  | (mikro) | 0,000 001     | 10 <sup>-6</sup> |

### Důležité přepočty

|          |   |  |
|----------|---|--|
| 1 bar    | = | 10 kPa                                   |
| 0,1 mbar | = | 10 Pa                                    |
| 1 kcal   | = | 4,2 kJ                                   |
| 1 kWh    | = | 3600 kJ                                  |
| 1 kcal/h | = | $\frac{4,2*1000}{3600} = 1,16 \text{ W}$ |

# 1. Úvod

Téma bakalářské práce „Vytápění v rodinném domě“ jsem si vybral, protože je to část projektu, která může výrazně ovlivnit hospodárnost provozu objektu. Vhodným návrhem lze výrazně snížit náklady na vytápění či špatně provedeným projektem náklady neúměrně zvýšit. Dále je to oblast, která značně ovlivňuje pohodu bydlení a celkovou spokojenost investora s realizovaným dílem

Bakalářská práce je dělena do osmi kapitol. První kapitola je úvod. Druhá kapitola je průvodní zpráva, která komplexně seznamuje s navrženým objektem a s jeho umístěním do lokality. Třetí částí je technická zpráva stavebního řešení. V této kapitole je popsán navrhovaný objekt a jeho konstrukční řešení. Čtvrtá kapitola je návrh otopné soustavy včetně popisu dimenzace a posouzení její jednotlivých částí. V páté části je technická zpráva TZB. Zde je popsán otopný systém a jeho technické řešení. Šestá část je vyhodnocení projektu. V sedmé části je seznam použité literatury a zdrojů. Osmá část obsahuje seznam příloh k bakalářské práci.

## 2. Průvodní zpráva

### 2.1. Identifikační údaje

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| Název stavby:     | RODINNÝ DŮM             |
| Místo stavby:     | katarální území: Vsetín |
| Charakter stavby: | novostavba              |
| Účel stavby:      | objekt pro bydlení      |

Záměr investora a obsahem projektové dokumentace je novostavba rodinného domu. Rodinný dům je dvojpodlažní objekt se dvěma nadzemními podlažími. Objekt má pultovou střechu se klony 1,5% a 2 %. Část střechy nad 1NP je využita jako terasa.

## 2.2. Identifikační údaje stavebníka

Projekt je zpracován jako bakalářské práce. Nemá tedy v současnosti žádného konkrétního investora.

## 2.3. Identifikační údaje zpracovatele projektové dokumentace

Jméno: Radek Šulák  
Tel: 775902102  
Adresa: Jasenická 1810, 755 01 Vsetín  
e-mail: [pidovi.vsetin@seznam.cz](mailto:pidovi.vsetin@seznam.cz)

## 2.4. Údaje o dosavadním využití a zastavěnosti území

Na daném území se nyní nenachází žádný objekt. Pozemku byl na základě územního rozhodnutí změněn účel na pozemek pro bydlení. Při návrhu byly respektovány podmínky stanovené územním plánem města Vsetína.

## 2.5. Údaje o stavebním pozemku

Stavební pozemek, par. Č. 000/00 se nachází v katastrálním území Vsetín a je určen pro výstavbu rodinného domu. Na pozemek je vstup z jižní a východní strany. Pozemek podléhá ochraně zemědělského půdního fondu a nenachází se v památkově chráněném území.

Informace o stavebním pozemku:

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Č. parcely:                 | 000/00                         |
| Výměra:                     | 919,7 m <sup>2</sup>           |
| Katastrální území:          | Vsetín                         |
| Číslo LV:                   | 0000                           |
| Typ parcely:                | Parcela katastru nemovitostí   |
| Mapový list:                | DKM                            |
| Určení výměry:              | Ze souřadnic S-JTSK            |
| Druh pozemku:               | Zemědělský půdní fond          |
| Omezení vlastnického práva: | Nejsou evidována žádná omezení |

## 2.6. Majetkoprávní vztahy

Pozemek určen k výstavbě:

| Obec   | Katastrální území | Parcelní číslo | Majitel  | Druh pozemku  | Poznámka                  | Výměra [m <sup>2</sup> ] |
|--------|-------------------|----------------|----------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| Vsetín | Vsetín            | 0000/000       | Investor | Stav. pozemek | Novostavba rodinného domu | 919,7                    |

Tabulka č. 1 Charakteristika pozemku

Pozemky dotčené:

| Obec   | Katastrální území | Parcelní číslo | Majitel   | Druh pozemku        | Poznámka | Výměra [m <sup>2</sup> ] |
|--------|-------------------|----------------|-----------|---------------------|----------|--------------------------|
| Vsetín | Vsetín            | 0000/000       | Město     | Zpevněná komunikace |          | 2500                     |
| Vsetín | Vsetín            | 0000/001       | s. vlast. | Stav. pozemek       |          | 1750                     |
| Vsetín | Vsetín            | 0000/002       | s. vlast. | Stav. pozemek       |          | 1542                     |
| Vsetín | Vsetín            | 0000/003       | s. vlast. | Stav. pozemek       |          | 1340                     |

Tabulka č. 2 Charakteristika pozemku dotčených

## 2.7. Vlastnické právo k pozemku určeného k výstavbě

Vlastnické právo k předmětným pozemkům, parc. Č. 0000/00 v k.ú. Vsetín určených pro výstavbu rodinného domu s přípojkami má investor. Vlastnické právo je zapsáno u Katastrálního úřadu Vsetín.

## 2.8. Údaje o provedených průzkumech

Na pozemku byl proveden průzkum o výskytu radonu. Výsledek je obsažen v protokolu o stanovení radonového indexu pozemku vypracovaný v srpnu 2011.

## **2.9. Napojení na dopravní infrastrukturu**

Vjezd na pozemek je z východní strany pozemku. Jedná se o zpevněnou komunikaci. Jedná se o klasickou udržovanou komunikaci oblastního významu. Na pozemku vlastníka bude vybudována příjezdová komunikace ze zámkové dlažby.

## **2.10. Napojení na vodovodní řád**

Vodovodní přípojka je přivedena na pozemek vlastníka. Vodoměrná šachta bude osazena na konci přípojky, která bude ukončena vodoměrnou sestavou. Z vodoměrné šachty je navržen vnitřní vodovod z potrubí PE-SDR 11. Potrubí je uloženo v pískovém loži dle výkresu uložení vnitřního vodovodu. Minimální krytí ve volném terénu je 1100 mm od upraveného terénu. Nad venkovním vodovodem bude ve výšce 300 mm uložena výstražná fólie modré barvy.

## **2.11. Napojení splaškové kanalizace**

Přípojka splaškové kanalizace je přivedena na pozemek investory. Ukončení přípojky je provedeno betonovou revizní šachtou. Do šachty bude svedeno hlavní domovní svodné potrubí. Uložení potrubí bude do pískového lože 10 cm a obsypu 30 cm. Nad potrubím nesmí být žádné zpevněné plochy ani vyšší porosty.

## **2.12. Plynovod**

Plynovod není v dosahu pozemku a ani se zde v projektu s vybudováním přípojky nepočítá.

## **2.13. Dešťová kanalizace**

Dešťová voda je zasakována na pozemku investora. Voda ze střechy objektu bude odváděna venkovními okapními svody. Dále pak přes lapače krytiny svodnými potrubími do kompaktní jednotky ASIO AS-REWA Kombi 5 kompletní jednotka

s čerpadlem s užitným objemem 4,9 m<sup>3</sup>. Odtud je voda odváděna do vsakovacích klecí, ze kterých se bude voda vsakovat do okolní zeminy.

## **2.14. Přípojka NN**

NN přípojka je přivedena na pozemek investora. Elektroměrová rozvodnice bude umístěna v oplocení pozemku tak, aby byla přístupná z veřejné komunikace. Ve sloupku, do kterého je přivedena přípojka NN, bude umístěna i měřicí sestava jednofázové 400V, 0-25A umístěné před elektroměrem. Ve skříni bude osazen i jistič s proudovou ochranou 25/3 /25A, cat. B. Rozvodnice bude v provedení pro venkovní montáž. Z rozvodnice povede kabel CYKY 5Jx16 ve výkopu krytí 80 cm. Kabel bude v pískovém loži 10 cm veden trubkou PVC 50 mm. Rozvod bude zakryt betonovými kabelovými deskami a označen výstražnou fólií.

## **2.15. Informace o dodržení obecných požadavků**

Dokumentace splňuje požadavky stanovené zákonem a vyhláškou o obecných technických požadavcích na výstavbu č. 137/1998 Sb. a vyhlášky č. 502/2006 Sb. o změně vyhlášky o obecných technických požadavcích na výstavbu. Dokumentace splňuje předpisy na požadavky jak pro vnitřní prostředí stavby, tak i vliv stavby na životní prostředí. Dokumentace je v souladu s hygienickými předpisy a normami ČSN a požadavky na ochranu zdraví a zdravotních podmínek.

# **3. Technická zpráva – stavební řešení**

## **3.1. Podklady pro zpracování projektu**

- a) Vstupní jednání s investorem
- b) Návrh architekta
- c) Požadavky investora na parametry stavební části, požadavky dodavatele technologických zařízení na stavební připravenost

- d) Projekt pro stavební povolení, projekt pro územní řízení
- e) Požadavky a podklady ostatních profesí projektu

### **3.2. Popis objektu**

Objekt je situován v katastrálním území města Vsetína na parcele 0000/000 s celkovou výměrou 919,7 m<sup>2</sup>. Objekt je dvojpodlažní s pultovou střechou a je nepodsklepený. V části objektu nad 1NP je terasa. Příjezdové komunikace jsou tvořeny zámkovou dlažbou, která navazuje na místní komunikaci. Hlavní vstup do budovy je z jižní strany objektu. Ze západní strany je vybudován vstup ze zahrady, který v budově navazuje na prádelnu.

#### **3.2.1. Konstrukční uspořádání**

Dispoziční řešení a konstrukční uspořádání je patrné z půdorysů a řezů ve výkresové dokumentaci. Nosný systém objektu je kompletně navržen ze systému Heluz, s přihlédnutím na využití maximálního počtu typových výrobků. Obálka budovy je posouzena podle kritérií ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky.

#### **3.2.2. Základy**

Objekt je založen na základových pasech, mezi kterými je vytvořena základová deska. Základy jsou izolovány proti promrzání extrudovaným polystyrénem tl. 120 mm po celé hloubce základů. Hloubka základů je u obvodových konstrukcí 1200 mm od upraveného terénu. Vnitřní základové pásy jsou do hloubky 800 mm. Pod základovou deskou bude zhutněna šterková vrstva o síle 120 mm. Základová spára bude ošetřena zhutněným šterkovým ložem. Pro základové konstrukce bude použitý beton pevnostní třídy B 12/15. Na celou plochu základové desky a základových pásů je použita živičná hydroizolace A50SH.



### **3.2.3. Svislé nosné konstrukce, příčky**

Obvodové nosné konstrukce 1 NP jsou z broušených cihelných bloků Heluz Family tl. 500 mm. Vnitřní nosné zdivo je z broušených cihelných bloků Heluz Family tl. 380 mm a tl. 300 mm. Obvodové konstrukce 2 NP jsou vyzděny z broušených cihel Heluz Family tl. 380 mm a zatepleny minerální izolací Isover Hardsil tl. 100 mm. Fasádu 2 NP tvoří modřínový obklad s odvětranou mezerou.

Okenní omítka je popatřena finální štukovou vrstvou. Omítky jsou ošetřeny výmalbou. V koupelnách jsou stěny opatřeny keramickými obklady do výšky 2 m. Zdivo bude kladeno na celoplošné lepidlo.

Překlady jsou navrženy ze systémového řešení firmy Heluz. Všechny překlady budou izolovány min. 100 mm extrudovaného polystyrénu.

Systém bude stažen monolitickými věnci s výztuží dle statického výpočtu. Věnce budou ve třech úrovních objektu.

### **3.2.4. Vodorovné nosné konstrukce, podlahy**

Stropní konstrukce nad 1 NP je z panelových stropních panelů Heluz tl. 230 mm. Podlahové konstrukce nad 1 NP jsou odizolovány tuhými podlahovými deskami tl. 50 mm. Jako roznášecí vrstva je navržena anhydritová směs.

Stropní konstrukce nad 2 NP je z panelových stropních panelů Heluz se zvýšenou únosností tl. 230 mm.

Podlahové konstrukce na terénu jsou izolovány živičnou izolací A50SH proti vodě a extrudovaným polystyrénem Syrodur tl. 140 mm. Roznášecí vrstva je tvořena anhydritovou směsí. Jako podlahová krytina je navrženo přírodní linoleum. V koupelnách, WC a zádveří je navržena keramická dlažba.

### 3.2.5. Výplně otvorů

Výplně otvorů jsou navrženy z hliníkových ráků z trojkomorového profilového systému Heroal 110 ES o stavební hloubce 72 mm s přerušením tepelného mostu kvalitními polyamidovými “teplými” můstky (s vypěňovaným jádrem) a osazená izolačními trojskly s  $U_g = 0,78 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  a teplým nekovovým meziskelním rámečkem.

Hliníkové vchodové dveře z trojkomorového profilového systému Heroal 110 E o stavební šířce 72 mm s přerušením tepelného mostu kvalitními polyamidovými “teplými” můstky (s vypěňovaným jádrem) jsou standardně osazena izolačními trojskly s  $U_g = 0,78 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  s teplým meziskelním rámečkem.

### 3.2.6. Střešní konstrukce

Nosné konstrukce jsou součástí konstrukcí stropních. Střešní konstrukce pod terasou v 1 NP jsou zatepleny extrudovaným polystyrénem Syrodur tl. 250 mm. Střešní konstrukce nad 2 NP jsou zatepleny izolací Syrodur tl. 250 mm a lehkou cementovou pěnou Poriment vyspárovanou v tloušťce od 230 mm do 60 mm. V obou případech je použita jako střešní hydroizolace Fatrafol 814.

### 3.2.7. Posouzení konstrukcí

Všechny navržené konstrukce obálky budovy, byly posouzeny na kondenzaci vodních par podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540. Výsledky posouzení jsou v příloze č.1 [25]. Konstrukce vyhovují všem normovým požadavkům.

### **3.2.8. Bezpečnost práce**

Při provozu, údržbě a opravách zařízení je nutné dodržovat veškerá bezpečnostní opatření vyplývající ze souvisejících norem, předpisů a kmenových norem jednotlivých elementů, včetně seznámení zaměstnanců jednotlivých zaměstnavatelů podílejících se na realizaci stavby s možnými riziky ohrožení na zdraví.

### **3.2.9. Životní prostředí**

Projektované výrobky splňují nejnovější požadavky na ochranu životního prostředí a bezpečnost práce. Výrobky jsou navrženy tak, aby jejím provozem byl minimalizován vliv na všechny složky životního prostředí. Množství surovin se minimalizuje, vznik odpadů je podmíněn vysokými nároky na kvalitu a čistotu (surovin). Veškeré odpady se shromažďují, skladují, třídí a likvidují s ohledem na možnost recyklace, případně druhotného využití.

### **3.2.10. Všeobecná ustanovení**

Tato technická zpráva je nedílnou součástí projektu. Výkresy nejsou určeny k odměřování. Svévolná úprava a změny navržených konstrukcí a prvků včetně navržených materiálů a technologií jsou k zodpovědnosti realizátora stavebního díla. Před zahájením prací se pokládá za samozřejmé, že bude provedena kontrola skutečných rozměrů již provedených konstrukcí a jejich následné porovnání s výkresovou dokumentací.

Veškeré vzniklé nejasnosti a změny nutno konzultovat s projektantem.

## 4. Vytápění

### 4.1.1. Výběr zdroje tepla

Pro projekt bylo jako zdroj tepla vybráno tepelné čerpadlo vzduch-voda. Tepelné čerpadlo jako zdroj tepla jsem zvolil z důvodů, že má jedny z nejnižších nákladů na získaný GJ. Dle aktuálních cen energií (př. č. 2) měli nižší náklady na GJ pouze systémy tuhých paliv, které by vyžadovaly vybudování skladovacích prostor a vyžadují pravidelné doplňování. Systém tepelného čerpadla vzduch/voda byl zvolen s ohledem na uvažovaný nízkoteplotní otopný systém a pro snadnou instalaci. Tato varianta nevyžaduje hloubkové vrty či vybudování rozlehlých plošných kolektorů. Tepelná čerpadla země/voda dosahují sice vyššího sezonního topného faktoru o jedno procento, ale mají vyšší pořizovací náklady.

### 4.1.2. Dimenzování zdroje tepla

Dimenzace teplotního zdroje byla provedena na základě získaných vstupních údajů. Základním údajem byl výpočet ztrát obálky budovy. Tento výpočet byl proveden v softwaru Ztráty . Podrobný výpis je v příloze. č. 3. Výsledné ztráty obálky budovy uvažované pro výpočet jsou v tabulce č.3. Podrobný výpis ztrát objektu je v př. č.

|   |            |
|---|------------|
| Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem $Q_t$ :  | 9053 kWh/a |
| Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním $Q_v$ :   | 6784 kWh/a |
| Přibližný tepelný zisk ze slunečního záření $Q_s$ :   | 2246 kWh/a |
| Přibližný tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla $Q_i$ :   | 4656 kWh/a |
| Výsledná potřeba tepla na vytápění $Q_h$ :  | 9281 kWh/a |
| <b><u>Vypočtená přibližná měrná potřeba tepla <math>E_1 = 14.83 \text{ kWh/m}^3\text{,rok}</math></u></b> |            |

Tabulka č. 3 vyhodnocení tepelně technických vlastností objektu

K tepelným ztrátám byl přičten požadavek na přípravu teplé vody, dle počtu výtokových armatur instalovaných v objektu.

Tyto parametry byly zadány do softwaru Daikin Altherna Simulator [3], který navrhl nejefektivnější kombinaci jednotlivých komponentů sestavy tepelného čerpadla. Pro uvažovaný objekt byly navrženy jednotky:

- Venkovní jednotka - WRLQ014CAV3
- Vnitřní jednotka - EKHBH016BB6WN
- Zásobník TUV - EKHWE200A3Z2

Technické parametry sestavy jsou v příloze č. 6 – Daikin Altherma Selektion Report

## 4.2. Tepelné ztráty místností

### 4.2.1. Výpočet tepelných ztrát

Tepelné ztráty jednotlivých místností byly provedeny v softwaru Ztráty. Podrobná závěrečná zpráva je přiložena v příloze č. 3 [26].

#### ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C

| Označ.<br>p./č.m. | Název<br>místnosti | Tep-<br>lota<br>Ti | Vytápěná<br>plocha<br>Af[m2] | Objem<br>vzduchu<br>V [m3] | Celk.<br>ztráta<br>FiHL[W] | % z<br>celk.<br>FiHL | Podíl<br>FiHL/(Ti-Te)<br>[W/K] |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1/ 101            | Zádveří            | 15.0               | 6.9                          | 14.7                       | 144                        | 1.6%                 | 4.80                           |
| 1/ 102            | Chodba             | 20.0               | 9.2                          | 19.2                       | 247                        | 2.7%                 | 6.86                           |
| 1/ 103            | Kuchyň             | 20.0               | 31.3                         | 79.5                       | 1975                       | 21.9%                | 54.87                          |
| 1/ 104            | Ob. pokoj          | 20.0               | 18.9                         | 54.4                       | 978                        | 10.8%                | 27.17                          |
| 1/ 105            | Chodba             | 20.0               | 8.6                          | 21.8                       | 127                        | 1.4%                 | 3.54                           |
| 1/ 106            | Pokoj              | 20.0               | 16.3                         | 41.2                       | 477                        | 5.3%                 | 13.26                          |
| 1/ 107            | Pokoj              | 20.0               | 18.1                         | 45.7                       | 548                        | 6.1%                 | 15.21                          |
| 1/ 108            | Koupelna           | 24.0               | 10.3                         | 26.0                       | 399                        | 4.4%                 | 10.24                          |
| 1/ 109            | Sklad              | 20.0               | 8.3                          | 21.0                       | 158                        | 1.7%                 | 4.38                           |
| 1/ 110            | Sušárna            | 20.0               | 14.0                         | 35.4                       | 480                        | 5.3%                 | 13.33                          |
| 1/ 111            | Schodiště          | 20.0               | 6.2                          | 32.7                       | 402                        | 4.5%                 | 11.18                          |
| 1/ 112            | Tech. místnost     | 20.0               | 4.3                          | 10.9                       | 102                        | 1.1%                 | 2.82                           |
|                   |                    |                    |                              |                            |                            |                      |                                |
| 2/ 201            | Posilovna          | 15.0               | 27.7                         | 76.9                       | 817                        | 9.0%                 | 27.22                          |
| 2/ 202            | Pracovna           | 20.0               | 16.3                         | 45.3                       | 538                        | 6.0%                 | 14.95                          |
| 2/ 203            | Ložnice            | 20.0               | 18.5                         | 51.4                       | 631                        | 7.0%                 | 17.53                          |
| 2/ 204            | Koupelna           | 24.0               | 9.6                          | 26.7                       | 875                        | 9.7%                 | 22.44                          |
| 2/ 205            | Šatna              | 18.0               | 8.3                          | 23.1                       | 126                        | 1.4%                 | 3.82                           |
|                   |                    |                    |                              |                            |                            |                      |                                |
| Součet:           |                    |                    | 232.8                        | 626.0                      | 9025                       | 100.0%               | 253.63                         |

Tabulka č. 4 Přehled tepelných ztrát místností

#### 4.2.2. Návrh topných těles

Dle potřeby byly navrženy deskové radiátory Korado Radik VK, otopné tělesa Koratherm a konvektory Licon. Návrh těles se řídil získanou tepelnou ztrátou místnosti. Tělesa byla vybrána z katalogu dle doporučení výrobce.

#### 4.2.3. Návrh teplotního spádu

Pro otopnou soustavu byl zvolen teplotní spád 55/45 °C. Tento teplotní spád je maximální, co doporučuje výrobce. Maximální spád jsem zvolil z důvodu zmenšení celkových rozměrů konvektorů. Při nižším spádu konvektory dosahovali rozměry nevhodné pro navrhnuté dispoziční řešení objektu.

### 4.3. Otopná soustava

#### 4.3.1. Dimenzování potrubí

Předběžná ztráta třením

$$p_{zt} = \frac{\lambda}{d} * \rho * \frac{w^2}{2} * l \quad [\text{Pa}] \quad (1)$$

$p_{zt}$  – tlaková ztráta třením

$\lambda$  – součinitel tření

$d$  – vnitřní průměr potrubí

$\rho$  – hustota vody

$w$  – rychlost proudění kapaliny v potrubí

$l$  – délka potrubí

#### 4.3.2. Pojistný výkon

Charakteristika otopné soustavy určuje, že pojistný výkon se rovná výkonu tepelného zdroje. Ve vnitřní jednotce EKHBH016BB6WN je osazen pojistný ventil s vypínacím

tlakem 3 bar. Pojistné potrubí k pojistnému ventilu je 1“. Ve výpočtech posoudíme, zda pojistné zařízení odpovídá požadavkům otopné soustavy.

$$Q_p = Q_n = 13,6 \text{ kW} \quad (2)$$

$Q_p$  - výkon zdroje

$Q_n$  – pojistný výkon

#### 4.4. Průřez sedla pojistného ventilu

Průřez sedla pojistného ventilu pro vodu vychází z ČSN 06 0830 – Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání teplé vody. Výpočet pro teplovodní soustavu určuje vztah (3).

$$S_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{\rho_{ot}}} \text{ [mm}^2\text{]} \quad (3)$$

$Q_p$  – pojistný výkon zdroje

$\alpha_w$  – výtokový součinitel (použita hodnota 0,684 pro pojistný ventil 1“)

$\rho_{ot}$  – otevírací přetlak pojistného ventilu (otevírací tlak ponížen o 15%)

$$S_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{\rho_{ot}}} = \frac{2 \cdot 13,6}{0,684 \cdot \sqrt{255}} = 2,5 \text{ mm}^2$$

#### 4.5. Vnitřní průměr pojistného potrubí

Vnitřní průměr pojistného potrubí pro případ, kdy nemůže dojít k vývinu páry je dle ČSN 06 0830 použit vzorec

$$d_v = 15 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} \text{ [mm]} \quad (4)$$

$Q_p$  – pojistný výkon zdroje

$$d_v = 15 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 0,6 \cdot \sqrt{13,6} = 17,21 \text{ mm}$$

V jednotce tepelného čerpadla je pojistné potrubí 1“. Pro naši soustavu je pojistné potrubí vyhovující.

#### 4.5.1. Posouzení expanzní nádoby

Posouzení expanzní nádoby vychází ze vztahu (5). Součástí dodávky vnitřní jednotky Daikin EKHBH016BB6WN je expanzní nádoba o objemu 10 l.

$$V_c = \frac{V_e * (p_{hpř} + 100)}{p_{hpř} - p_d} \quad [l] \quad (5)$$

$p_d$  - nejnižší povolený přetlak

$V_c$  - objem expanzní nádoby

$V_e$  - expanzní objem

$p_{hpř}$  - předběžný povolený tlak v soustavě

Expanzní objem soustavy vychází ze vztahu, kdy se objem soustavy násobí přírůstkem objemu teplotnosného media zahřáté z 10°C na maximální pracovní teplotu. Tato hodnota zvětšuje na stranu bezpečnosti o 30%. Objem soustavy je součtem objemů všech otopných těles, objemu potrubí v otopné soustavě, objemu expanzní nádoby a objemu zdroje tepla. Objem otopné soustavy je 102,5 l (př. č.4).

#### 4.5.2. Expanzní objem soustavy

$$V_e = 1,3 * \Delta V \quad [l] \quad (6)$$

$V_e$  - expanzní objem

$\Delta V$  - přírůstek objemu

#### 4.5.3. Přírůstek objemu

Výpočet expanzního objemu soustavy

$$\Delta V = V * \frac{\rho_{10}}{\rho_{50}} * (-1) = 102,5 * \left( \frac{999,6}{988,0} - 1 \right) = 1,203 \quad l \quad (7)$$

| t [°C]                           | 0     | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\rho_{tm}$ [kg/m <sup>3</sup> ] | 999,9 | 999,6 | 998,2 | 995,6 | 992,2 | 988,0 | 983,2 | 977,7 | 971,8 | 965,8 | 958,3 |

Tabulka č. 4 Změna objemu vody při změně teploty z 10°C

Výpočet expanzního objemu:

$$V_e = 1,3 * \Delta V = 1,3 * 1,203 = 1,56 \quad l$$



Výpočet nejnižšího povoleného přetlaku. Výška manometrické roviny je vzdálenost mezi zdrojem a hladinou střední teploty otopného tělesa v nejvyšším podlaží soustavy. V našem projektu je 2,6 m to nám dává hydrostatický tlak 26 kPa. K této hodnotě se připočítává tlak dodaný do expanzní nádoby. V našem případě uvažujeme s hodnotou 50 kPa. Minimální pracovní tlak soustavy je 76 kPa

Výpočet minimálního pracovního tlaku:

$$p_d = 26 + 50 = 76 \text{ kPa} \quad (8)$$

Výpočet návrhu objemu expanzní nádoby:

$$V_c = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{p_{hp} - p_d} = \frac{1,56 \cdot (300 + 100)}{300 - 76} = 2,79 \text{ l}$$

Expanzní nádoba, dodávána výrobcem jako součást vnitřní jednotky, vyhovuje návrhu otopné soustavy.

#### 4.5.4. Tlakové ztráty v soustavě

Tlakové ztráty v soustavě se skládají z tlakové ztráty třením v potrubí, místních ztrát armatur, tlakových ztrát spotřebičů a tlakové ztráty zdroje. Tlakovou ztrátu třením na jeden metr potrubí určíme podle hmotnostního toku a průměru potrubí v příloze č. 10 [24]. Po vynásobení délkou potrubí získáme celkovou ztrátu třením konkrétního úseku.

Tlakové ztráty spotřebičů jsou uváděny výrobcem, a to buď součinitelem odporu (př.č.8) nebo grafem v závislosti na hmotnostním průtoku a délce spotřebiče (př.č.9).

Součtem všech tlakových ztrát a vřazených odporů získáme výslednou tlakovou ztrátu větve.

Větev s největší tlakovou ztrátou je větev nejnepříznivější.

#### **4.5.5. Hydraulické vyvážení**

Vyvážení otopné soustavy se provádí pomocí připojovacích armatur nebo přednastavení regulačních armatur. Po vyvážení soustavy musí být odpor na každém spotřebiči přibližně stejný. To je bezpodmínečně nutné, protože by jinak větve s nízkým odporem byly zatíženy nadměrně vysokým průtokem. Spotřebič na koci nejnejpříznivější větve bude mít armatury úplně otevřené a ostatní spotřebiče budou dle nomogramu charakteristiky nastaveny tak, aby přírůstek na armatuře vyrovnal rozdíl k celkové ztrátě. Nejnejpříznivější větev v soustavě je větev A1 se ztrátou 13,658 kPa

Přehled tlakových ztrát jednotlivých větví je uvedený v příloze číslo 10.

Postup vyvážení větve A3.

Nejpříznivější radiátor je v místnosti č. 110 Radik VK typ 21 500/900 o výkonu 480 W. Zde necháme ventil zcela otevřený a při hmotnostním toku 123 Kg/h a délce potrubí 24,6 m od rozdělovače má včetně místních odporů tlakovou ztrátu 9.184 kPa. Rozdíl proti nejnejpříznivější větvi je 4,494 kPa. Z grafu odečteme, že při průtoku 123 Kg/h a potřebné dosažené ztrátě 4,5 kPa je nastavení ventilu na stupeň 5 (př. č 7).

Shodným způsobem přednastavíme všechny regulační ventily celé soustavy.

#### **4.5.6. Posouzení čerpadla**

Čerpadlo je součástí dodávky vnitřní jednotky Daikin EKHBH016BB6WN. Posouzení čerpadla bylo provedeno pomocí softwarové aplikace výrobce. Pro posouzení čerpadla musíme znát výšku manometrické roviny a maximální hmotnostní tok. Hmotnostní průtok získáme ze vztahu (9).

Hmotnostní tok

$$q_v = \frac{\Phi * 3600}{c * \Delta\theta} \quad [kg * h^{-1}] \quad (9)$$

$\Phi$  – tepelný výkon

$q_v$  – objemový tok

$c$  – měrná tepelná kapacita vody

$\Delta\theta$  – teplotní rozdíl

Vzorový výpočet pro větev A1:

$$q_v = \frac{\Phi * 3600}{c * \Delta\theta} = \frac{1975 * 3600}{4200 * 10} = 169,3 \text{ kg} * h^{-1}$$

Dopravní výška čerpadla je dána vztahem (10). Jde o energii předanou čerpadlem dopravované kapalině. Čerpadlo posuzujeme k nejnepříznivější větvi soustavy.

$$H = \frac{\Sigma(l * R + Z)}{\rho * g} \quad [m] \quad (10)$$

$l$  – délka potrubí

$R$  – tlaková ztráta

$Z$  – místní odpory

$\rho$  – hustota vody

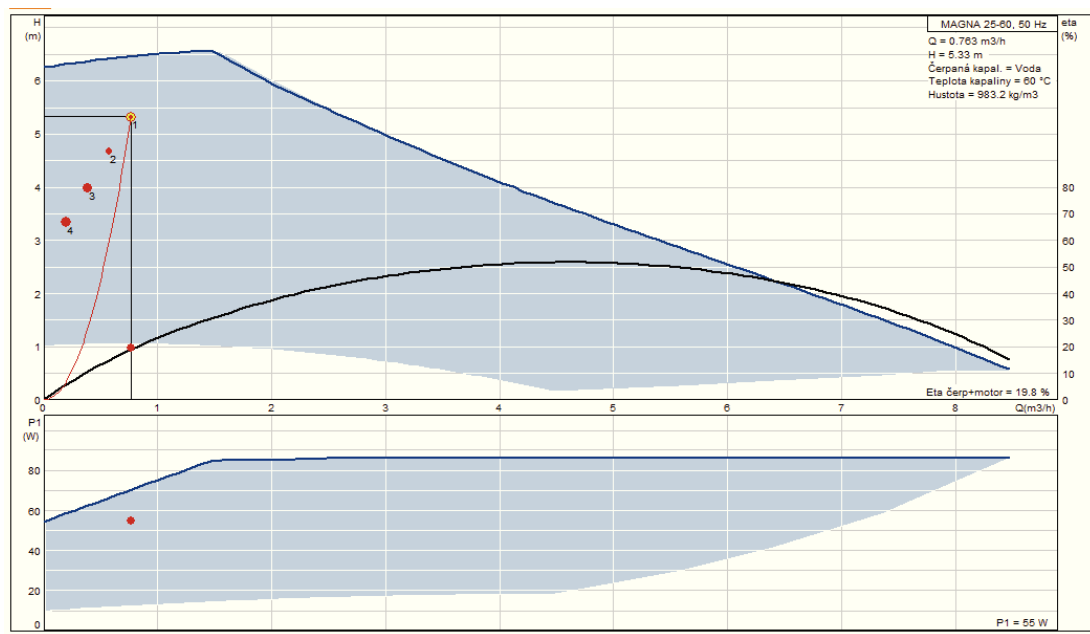
$g$  – gravitační zrychlení

$\Sigma(l * R + Z)$  Získáme součtem tlakových ztrát nejnepříznivější větve (příloha č. 10) + ztrátou tepelného čerpadla na hrdle. Tuto hodnotu zjistíme z grafu v příloze č. 6 na straně 24. Zde jsou znázorněny tlakové ztráty v závislosti na průtoku a rychlosti čerpadla. Na hrdle čerpadla je průtok 1.537 kg/h, což odpovídá 25,61 l/min. Při zvolené druhé rychlosti čerpadla je tlaková ztráta 38 kPa.

Výpočet dopravní výšky čerpadla.

$$H = \frac{\Sigma(l * R + Z)}{\rho * g} = \frac{13\,678 + 38\,000}{988 * 9,81} = 5,33 \text{ m}$$

Větev s největším hmotnostním tokem je A1. Na tuto větev budeme posuzovat čerpadlo. Výška manometrické roviny objektu vychází z konstrukčního řešení otopné soustavy. Hmotnostní tok a dopravní výšku jsme porovnali s pracovním grafem čerpadla.



Obr. č. 1 Graf účinnosti čerpadla

## 5. Technická zpráva – TZB

### 5.1. Základní údaje

Jedná se o objekt dvojpodlažního nepodsklepeného rodinného domu. Stavba je umístěna v katastrálním území města Vsetína, na rozhraní chráněných krajinných oblastí Hostýnsko-Vizovických vrchů a Beskydy. Stavba je umístěna na pozemku ve 4. oblasti sněhové mapy dle ČSN 73 00 35. Dle ČSN EN 1991-1-4 stanovující kritéria pro posuzování objektu zatížení větrem, je objekt zařazen do kategorie II s větrem do 25m/s s nízkou okolní vegetací. Objekt je navrhován pro 5 člennou rodinu k celoročnímu bydlení. V objektu je navrženo vytápění pomocí radiátoru a konvektorů. Jako tepelný zdroj je projektováno tepelné čerpadlo vzduch-voda.

### 5.2. Podklady pro zpracování projektu

- a) Vstupní jednání s investorem
- b) Projektová dokumentace stavební části projektu
- c) Požadavky investora na parametry stavební části, požadavky dodavatele technologických zařízení na stavební připravenost
- d) Projekt pro stavební povolení, projekt pro územní řízení
- e) Požadavky a podklady ostatních profesí projektu

### 5.3. Parametry objektu

- |   |                      |
|---|----------------------|
| a) Zastavěná plocha objektu                             | 153m <sup>2</sup> .  |
| b) Užitná plocha  | 237m <sup>2</sup>    |
| c) Objem vytápěných zón budovy V                        | 626,0 m <sup>3</sup> |
| d) Plocha ohraničujících konstrukcí A                   | 543,4 m <sup>2</sup> |
| e) Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Qt: | 9053 kWh/a           |

|  |            |
|--|------------|
| f) Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním $Q_v$ : | 6784 kWh/a |
| g) Přibližný tepelný zisk ze slunečního záření $Q_s$ :     | 2246 kWh/a |
| h) Přibližný tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla $Q_i$ : | 4656 kWh/a |
| i) Výsledná potřeba tepla na vytápění $Q_h$ :              | 9281 kWh/a |

## 5.4. Parametry prostředí

|  |            |
|--|------------|
| a) Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{im}$ : | 20,0 °C    |
| b) Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :            | -15,0 °C   |
| c) Délka otopné sezóny                             | 236 dní    |
| d) Průměrná venkovní teplota přes otopné období    | 3,6 °C     |
| e) Nadmořská výška                                 | 346 m.n.m. |

## 5.5. Otopná soustava

### 5.5.1. Tepelné čerpadlo

Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo Daikin ERLQ014CAV3. Jednotka se skládá z venkovní jednotky ERLQ014CAV3 a vnitřní jednotky EKHBH016BB6WN. Součástí dodávky je i zásobník TUV EKHWE200A3Z2 o objemu 200 l. Venkovní jednotka s vnitřní jednotkou budou propojeny měděným potrubím deoxidovaným kyselinou fosforečnou. Pro plynové potrubí je stanoven průměr 15,9 mm s minimální tloušťkou stěny 0,8mm. Pro potrubí kapalinové průměr 9,5 mm. V jednotce bude použito vysoce ekologické chladivo, které zaručuje tichý a energeticky úsporný chod zařízení. Chladivo R410a umožňuje zařazení jednotek do efektivnějších energetických tříd. Měděné potrubí bude izolováno materiálem na bázi syntetického kaučuku Armaflex AC.

### **5.5.2. Stavební připravenost**

Pro venkovní jednotku je nutné vybudovat základ do nezámrzné hloubky o rozměrech 600x1100. Požadavek výrobce na přívod elektrické energie pro venkovní jednotku CYKY – J 3x6 230V-50Hz je jištěný samostatným jističem 40A typ C.

Vnitřní jednotka bude zavěšena v technické místnosti 112 dle doporučení výrobce na nosnou zeď. Pro vnitřní jednotku je přívod kabelem CYKY 5x2,5 400V-50Hz jištěný samostatným jističem 16A typ B.

Zásobník TUV bude posazen na finální vrstvu podlahy. Přívod pro zásobník je CYKY-J 5x2,5, jištěný 20A typ B.

## **5.6. Rozvody**

Typ rozvodu soustavy je zvolený hvězdicový s rozdělovači. Etážové rozvody jsou taženy v podlaze. Materiálem pro etážové rozvody je topná trubka RAUTHERM S ze zesíťného polyetylenu, opatřena protikyslíkovou bariérou (EVAL). Rozvody jsou v podlaze izolovány pěnovým polyetylenem. Prostupy zděnými konstrukcemi jsou ošetřeny ocelovou chráničkou.

Stoupací potrubí je navrženo z měděného potrubí CU 22x1. Potrubí bude izolováno pěnovým polyetylenem. Pro každé podlaží bude osazen jeden samostatný rozdělovač s průtokoměrem a škrťícím ventilem pro každou větev.

Plastové potrubí je dodáváno v rolích. Napojení na potřebné armatury je řešeno přes originální fitinky a násuvné objímky nebo připojení na eurokonusy a převlečné matice.

Vypouštění soustavy je řešeno přes vypouštěcí armatury umístěné pod zdrojem tepla.

Kotvení stoupacího potrubí bude řešeno přes posuvné body tak, aby mohlo docházet ke změnám délky potrubí při různých teplotách soustavy.

Rozdělovače Rehau HKV-D jsou umístěny v systémové skříni rozdělovače UP pro montáž pod omítku.

Odvzdušňovací armatury systému jsou navrženy na horním, nejvyšším bodu stoupacího potrubí. Další odvzdušňovací armatury jsou součástí rozdělovače a na každém spotřebiči.

Vyvážení jednotlivé větve je řešeno pomocí přednastavení ventilu. Další možnosti regulace nabízí připojovací armatura

Vyvážení celé soustavy zajišťují vyvažovací ventily rozdělovače, které jsou osazeny ventily a průtokoměry.

## **5.7. Spotřebiče**

Spotřebiče jsou radiátory Radik VK, otopná tělesa Koratherm a stojákové konvektory Licon. Radiátory a konvektory jsou osazeny termostatickými ventily Danfoss RA 2000. Radiátory jsou zavěšeny na obvodovou konstrukci budovy. Otopná tělesa Koratherm jsou připojena přes armaturu HM s termostatickou hlavicí. Tělesa jsou zavěšená na konzolách. Radiátory jsou připojeny přes armaturu DD 343 a konvektory jsou připojeny přes regulační šroubení a termostatický ventil Licon/Danfoss RA-N 15 1/2“ s hlavicí Licon/Danfoss RA 2000.

## **5.8. Regulace**

Regulace je použita ekvitermní, která je součástí dodávky tepelného čerpadla. Venkovní čidlo je součástí venkovní jednotky čerpadla. Vnitřní regulátor Elektrobock TP22 je osazen v místnosti 103 a je propojen s vnitřní jednotkou EKHBH. V jednotce je připraven bezpotenciální kontakt pro připojení externích zařízení.



## **5.9. Sekundární zdroj energie**

Jako sekundární zdroj jsou navrženy krbová kamna Stromboli 03. Ta nejsou napojena na otopnou soustavu. Krbová kamna jsou napojena na vícevrstvé komínové těleso, kde jsou jednotlivé díly tvořeny vnitřní vložkou, tepelnou izolací a vnějším pláštěm Schiedel Kerastar. Komínový systém ICS25 je založen na dno s odvodem kondenzátu, připevněné na konzoli, která je osazena na svislé konstrukci. Na fasádě je třeba kotvit každé 3,5 m komína. Volný přesah komína může být max. 1,5 m s běžnými sponami. Pro kotvení se používají speciální kotevní prvky.

## **5.10. Bezpečnost práce**

Při provozu, údržbě a opravách zařízení je nutné dodržovat veškerá bezpečnostní opatření vyplývající ze souvisejících norem, předpisů a kmenových norem jednotlivých elementů, včetně seznámení zaměstnanců jednotlivých zaměstnavatelů, podílejících se na realizaci stavby, s možnými riziky ohrožení na zdraví.

## **5.11. Životní prostředí**

Projektované výrobky splňují nejnovější požadavky na ochranu životního prostředí a bezpečnost práce. Výrobky jsou navrženy tak, aby jejich provozem byl minimalizován vliv na všechny složky životního prostředí. Množství surovin se minimalizuje, vznik odpadů je podmíněn vysokými nároky na kvalitu a čistotu (surovin). Veškeré odpady se shromažďují, skladují, třídí a likvidují s ohledem na možnost recyklace případně druhotného využití.

Při plnění tepelného čerpadla chladivem R410A je nutné dodržovat bezpečnostní opatření a nařízení výrobcem jednotky. Je zakázáno chladivo vypouštět do ovzduší. Chladivo je nutné likvidovat dle zákona o zachycování a likvidaci freonu.

## **5.12. Všeobecná ustanovení**

Tato technická zpráva je nedílnou součástí projektu. Výkresy nejsou určeny k odměřování. Svévolná úprava a změny navržených konstrukcí a prvků včetně navržených materiálů a technologií jsou k zodpovědnosti realizátora stavebního díla. Před zahájením prací se pokládá za samozřejmé, že bude provedena kontrola skutečných rozměrů již provedených konstrukcí a jejich následné porovnání s výkresovou dokumentací.

## **6. Vyhodnocení projektu**

Objekt byl navržen tak, aby použité materiály a technologie výstavby zajistili zařazení do kategorie nízkoenergetických budov. Je dle ČSN 70 540 [12] 15 / 50 K/m<sup>2</sup>

Dle vyhodnocení ze softwaru Ztráty (př. č.3) [25] je výsledná hodnota 23 kW/m<sup>2</sup> a je zařazena do kategorie B jako velmi úsporná.

V příloze č.2 je porovnání cen jednotlivých druhů paliv. Jsou zde vyčísleny odhadované náklady na jednu otopnou sezónu 19.871 Kč.

## 7. Seznam použité literatury

1. <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
2. <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/7620-velky-test-tepelnych-cerpadel-zaverecna-zprava>
3. Daikin Alterma Simulátor V3.7.5 – diabase Central 8.5.4
- ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540
4. Z.č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)
5. ČSN 734301 Obytné budovy 2004
6. ČSN 016420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části 2004
7. ČSN EN 1996-1 – EC 6: Navrhování zděných konstrukcí: Část 1 – Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce 2007
8. Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o obecných požadavcích na výstavbu
9. Vyhláška MMR č. 369/2001 Sb., o obecných požadavcích zabezpečující užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace
10. ČSN 013452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 2006
11. ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994
12. ČSN 730540 Tepelná ochrana budov: Část 1-4 2011
13. ČSN 060310 Ústřední vytápění – Projektová montáž 2002
14. ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody-Navrhování a projektování 06
15. ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení 2006
16. ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu 2005
17. ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav 2005
18. ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet energie na vytápění – Obytné budovy 2000
19. Čupr, Bartošová, Počinková, Vrána: ZTI pro kombinované studium, CERM, s.r.o. Brno (2002)
20. Bystřický, Pokorný: TZB-B (vytápění), ČVUT Praha (2003)
21. Brož: Vytápění, ČVUT Praha (2002)
22. [www.tzbinfo.cz](http://www.tzbinfo.cz): Společnost pro techniku prostředí
23. Vaverka a kolektiv: Stavební tepelná technika a energetika budov, Vutium Brno (2006)
24. <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/reinberk/vypocty/dimtab.ph>
25. Software Teplo
26. Software Ztráty
27. Katalog firmy Korado
28. Katalog firmy Licon

## **8. Seznam příloh**

1. Základní komplexní tepelně technické provedení stavební konstrukce
2. Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva
3. Výpočet tepelných ztrát objektu, potřeby tepla na vytápění a průměrného součinitele prostupu tepla
4. Výpočet objemu soustavy
5. Tabulky tlakových ztrát třením v závislosti na hmotnostním toku
6. Technický list tepelného čerpadla
7. Nomogram přednastavení regulačního ventilu
8. Technické parametry radiátoru Korado
9. Technické parametry konvektoru Likon
10. Tabulka tlakových ztrát jednotlivých větví
11. Schéma větví 1
12. Schéma větví 2
13. Výpočet schodiště

## **Příloha č. 1**

### **Základní komplexní tepelně technické provedení stavební konstrukce**

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2010**

Název úlohy : **Obvodové zdivo 500**

Zpracovatel : Radek Šulák

Zakázka : Baklářská práce

Datum : 24.3.2012

## KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

## Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D[m]   | L[W/mK] | C[J/kgK] | Ro[kg/m3] | Mi[-] | Ma[kg/m2] |
|-------|----------------|--------|---------|----------|-----------|-------|-----------|
| 1     | Baumit jemná š | 0.0030 | 0.8000  | 850.0    | 1600.0    | 12.0  | 0.0000    |
| 2     | Baumit termo o | 0.0200 | 0.1300  | 850.0    | 370.0     | 8.0   | 0.0000    |
| 3     | Baumit přednás | 0.0040 | 0.8000  | 850.0    | 1700.0    | 22.0  | 0.0000    |
| 4     | Heluz Family 5 | 0.5000 | 0.0850  | 1000.0   | 650.0     | 9.7   | 0.0000    |
| 5     | Baumit přednás | 0.0040 | 0.8000  | 850.0    | 1700.0    | 22.0  | 0.0000    |
| 6     | Baumit termo o | 0.0400 | 0.0900  | 850.0    | 220.0     | 8.0   | 0.0000    |
| 7     | Baumit vnější  | 0.0040 | 0.8000  | 850.0    | 1800.0    | 12.0  | 0.0000    |

## Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.17 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -17.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 19.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka[dny] | Tai[C] | RHi[%] | Pi[Pa] | Te[C] | RHe[%] | Pe[Pa] |
|-------|------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 1     | 31         | 20.0   | 45.1   | 1054.0 | -2.7  | 81.3   | 396.4  |
| 2     | 28         | 20.0   | 47.4   | 1107.7 | -1.1  | 80.7   | 449.8  |
| 3     | 31         | 20.0   | 50.2   | 1173.1 | 2.6   | 79.6   | 586.0  |
| 4     | 30         | 20.0   | 53.7   | 1254.9 | 7.4   | 77.6   | 798.6  |
| 5     | 31         | 20.0   | 59.8   | 1397.5 | 12.4  | 74.7   | 1075.1 |
| 6     | 30         | 20.0   | 64.5   | 1507.3 | 15.4  | 72.4   | 1266.1 |
| 7     | 31         | 20.0   | 66.9   | 1563.4 | 16.8  | 71.1   | 1359.6 |
| 8     | 31         | 20.0   | 66.0   | 1542.4 | 16.3  | 71.6   | 1326.3 |
| 9     | 30         | 20.0   | 60.4   | 1411.5 | 12.8  | 74.4   | 1099.3 |
| 10    | 31         | 20.0   | 54.8   | 1280.6 | 8.4   | 77.1   | 849.5  |
| 11    | 30         | 20.0   | 50.5   | 1180.2 | 3.2   | 79.4   | 610.0  |
| 12    | 31         | 20.0   | 47.5   | 1110.1 | -1.0  | 80.8   | 454.1  |

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

## TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.71 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.170 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m2K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou

přirážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 3.0E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  : 24646.2  
Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{si^*}$  : 8.9 h

#### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 17.97 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.971

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |             |                  |             | Vypočtené hodnoty |           |               |
|--------------|--|-------------|------------------|-------------|-------------------|-----------|---------------|
|              | ----- 80% -----  |             | ----- 100% ----- |             |                   |           |               |
|              | $T_{si,m}[C]$  | $f_{Rsi,m}$ | $T_{si,m}[C]$    | $f_{Rsi,m}$ | $T_{si}[C]$       | $f_{Rsi}$ | $RH_{si}[\%]$ |
| 1            | 11.1   | 0.606       | 7.7              | 0.460       | 19.3              | 0.971     | 47.0          |
| 2            | 11.8   | 0.612       | 8.5              | 0.454       | 19.4              | 0.971     | 49.2          |
| 3            | 12.7   | 0.580       | 9.3              | 0.387       | 19.5              | 0.971     | 51.8          |
| 4            | 13.7   | 0.501       | 10.3             | 0.233       | 19.6              | 0.971     | 54.9          |
| 5            | 15.4   | 0.392       | 12.0             | -----       | 19.8              | 0.971     | 60.6          |
| 6            | 16.6   | 0.254       | 13.1             | -----       | 19.9              | 0.971     | 65.0          |
| 7            | 17.1   | 0.107       | 13.7             | -----       | 19.9              | 0.971     | 67.3          |
| 8            | 16.9   | 0.170       | 13.5             | -----       | 19.9              | 0.971     | 66.4          |
| 9            | 15.5   | 0.380       | 12.1             | -----       | 19.8              | 0.971     | 61.2          |
| 10           | 14.0   | 0.485       | 10.6             | 0.193       | 19.7              | 0.971     | 55.9          |
| 11           | 12.8   | 0.570       | 9.4              | 0.370       | 19.5              | 0.971     | 52.0          |
| 12           | 11.8   | 0.612       | 8.5              | 0.453       | 19.4              | 0.971     | 49.3          |

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  
 $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

#### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5   | 5-6   | 6-7   | e     |
|-------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| tepl.[C]:   | 18.1 | 18.1 | 17.2 | 17.2 | -14.3 | -14.4 | -16.8 | -16.8 |
| p [Pa]:     | 1208 | 1201 | 1170 | 1152 | 205   | 188   | 126   | 116   |
| p,sat [Pa]: | 2074 | 2072 | 1967 | 1963 | 175   | 175   | 140   | 139   |

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s] pravá |
|-----------------|-----------------------------------|---|
| 1               | 0.3858                            | 0.4962  |
|                 |                                   | 1.905E-0008                                     |

#### **Celoroční bilance vlhkosti:**

Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$ : 0.008 kg/m2,rok  
Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$ : 2.139 kg/m2,rok  
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

#### **Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

##### **Roční cyklus č. 1**

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

## **ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplo 2010

Název úlohy : **Obvodové zdivo 38**

Zpracovatel : Radek Šulák

Zakázka : Baklářská práce

Datum : 24.3.2012

### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D[m]   | L[W/mK] | C[J/kgK] | Ro[kg/m3] | Mi[-] | Ma[kg/m2] |
|-------|----------------|--------|---------|----------|-----------|-------|-----------|
| 1     | Baumit jemná š | 0.0030 | 0.8000  | 850.0    | 1600.0    | 12.0  | 0.0000    |
| 2     | Baumit termo o | 0.0200 | 0.1300  | 850.0    | 370.0     | 8.0   | 0.0000    |
| 3     | Baumit přednás | 0.0040 | 0.8000  | 850.0    | 1700.0    | 22.0  | 0.0000    |
| 4     | Heluz Family 3 | 0.3800 | 0.2200  | 1000.0   | 640.0     | 5.0   | 0.0000    |
| 5     | Rockwool Fasro | 0.1000 | 0.0450  | 840.0    | 100.0     | 2.0   | 0.0000    |

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -17.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

| Měsíc | Délka[dny] | Tai[C] | RHi[%] | Pi[Pa] | Te[C] | RHe[%] | Pe[Pa] |
|-------|------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 1     | 31         | 20.6   | 65.9   | 1598.2 | -2.7  | 81.3   | 396.4  |
| 2     | 28         | 20.6   | 68.1   | 1651.5 | -1.1  | 80.7   | 449.8  |
| 3     | 31         | 20.6   | 67.9   | 1646.7 | 2.6   | 79.6   | 586.0  |
| 4     | 30         | 20.6   | 66.0   | 1600.6 | 7.4   | 77.6   | 798.6  |
| 5     | 31         | 20.6   | 66.3   | 1607.9 | 12.4  | 74.7   | 1075.1 |
| 6     | 30         | 20.6   | 67.5   | 1637.0 | 15.4  | 72.4   | 1266.1 |
| 7     | 31         | 20.6   | 68.2   | 1654.0 | 16.8  | 71.1   | 1359.6 |
| 8     | 31         | 20.6   | 67.9   | 1646.7 | 16.3  | 71.6   | 1326.3 |
| 9     | 30         | 20.6   | 66.4   | 1610.3 | 12.8  | 74.4   | 1099.3 |
| 10    | 31         | 20.6   | 65.9   | 1598.2 | 8.4   | 77.1   | 849.5  |
| 11    | 30         | 20.6   | 67.6   | 1639.4 | 3.2   | 79.4   | 610.0  |
| 12    | 31         | 20.6   | 68.3   | 1656.4 | -1.0  | 80.8   | 454.1  |

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.77 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.254 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 W/m2K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.2E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* : 947.5  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 17.7 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.29 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>si,p</sub> : 0.938



| Číslo<br>měsíce | Minimální požadované hodnoty při max.<br>rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |         |          |         | Vypočtené<br>hodnoty |       |         |
|-----------------|---|---------|----------|---------|----------------------|-------|---------|
|                 | 80%   |         | 100%     |         | Tsi[C]               | f,Rsi | RHsi[%] |
|                 | Tsi,m[C]  | f,Rsi,m | Tsi,m[C] | f,Rsi,m |                      |       |         |
| 1               | 17.5  | 0.867   | 14.0     | 0.717   | 19.2                 | 0.938 | 72.0    |
| 2               | 18.0  | 0.881   | 14.5     | 0.719   | 19.3                 | 0.938 | 74.0    |
| 3               | 18.0  | 0.854   | 14.5     | 0.659   | 19.5                 | 0.938 | 72.7    |
| 4               | 17.5  | 0.766   | 14.0     | 0.502   | 19.8                 | 0.938 | 69.4    |
| 5               | 17.6  | 0.633   | 14.1     | 0.207   | 20.1                 | 0.938 | 68.4    |
| 6               | 17.9  | 0.475   | 14.4     | -----   | 20.3                 | 0.938 | 68.8    |
| 7               | 18.0  | 0.325   | 14.5     | -----   | 20.4                 | 0.938 | 69.2    |
| 8               | 18.0  | 0.387   | 14.5     | -----   | 20.3                 | 0.938 | 69.0    |
| 9               | 17.6  | 0.617   | 14.1     | 0.169   | 20.1                 | 0.938 | 68.4    |
| 10              | 17.5  | 0.745   | 14.0     | 0.459   | 19.8                 | 0.938 | 69.0    |
| 11              | 17.9  | 0.845   | 14.4     | 0.644   | 19.5                 | 0.938 | 72.2    |
| 12              | 18.1  | 0.882   | 14.6     | 0.720   | 19.3                 | 0.938 | 74.2    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  
Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

#### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5 | e     |
|-------------|------|------|------|------|-----|-------|
| tepl.[C]:   | 18.5 | 18.4 | 17.1 | 17.1 | 2.3 | -16.7 |
| p [Pa]:     | 1334 | 1315 | 1234 | 1189 | 218 | 116   |
| p,sat [Pa]: | 2124 | 2120 | 1951 | 1946 | 722 | 141   |

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 1.021E-0007 kg/m2s

#### **Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

##### **Roční cyklus č. 1**

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2010**

## **ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2010**

Název úlohy : **Podlaha na terénu - PVC**  
Zpracovatel : Radek Šulák  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 24.3.2012

#### **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D[m]   | L[W/mK] | C[J/kgK] | Ro[kg/m3] | Mi[-]    | Ma[kg/m2] |
|-------|----------------|--------|---------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1     | Podlahové lino | 0.0040 | 0.1700  | 1400.0   | 1200.0    | 1000.0   | 0.0000    |
| 2     | Anhydritová sm | 0.0400 | 1.2000  | 840.0    | 2100.0    | 20.0     | 0.0000    |
| 3     | PE folie       | 0.0001 | 0.3500  | 1470.0   | 900.0     | 144000.0 | 0.0000    |
| 4     | BASF Styrodur  | 0.0400 | 0.0340  | 2060.0   | 28.0      | 50.0     | 0.0000    |
| 5     | BASF Styrodur  | 0.1000 | 0.0380  | 2060.0   | 30.0      | 80.0     | 0.0000    |
| 6     | A 50 SH        | 0.0016 | 0.2100  | 1470.0   | 660.0     | 170.0    | 0.0000    |

#### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 33.1 %

#### ***TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :***

##### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 3.87 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.247 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 W/m2K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 1.6E+0011 m/s

##### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.10 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>i</sub>Rsi,p : 0.940

##### **Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:**

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 986.27 Ws/m2K  
Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 6.39 C

**STOP, Teplo 2010**

## **ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2010**

Název úlohy : **Podlaha na terénu- dlažba**  
Zpracovatel : Radek Šulák  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 24.3.2012

#### ***KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :***

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

##### **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D[m]   | L[W/mK] | C[J/kgK] | Ro[kg/m3] | Mi[-]    | Ma[kg/m2] |
|-------|----------------|--------|---------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1     | Dlažba keramic | 0.0080 | 1.0100  | 840.0    | 2000.0    | 200.0    | 0.0000    |
| 2     | Anhydritová sm | 0.0400 | 1.2000  | 840.0    | 2100.0    | 20.0     | 0.0000    |
| 3     | PE folie       | 0.0001 | 0.3500  | 1470.0   | 900.0     | 144000.0 | 0.0000    |
| 4     | BASF Styrodur  | 0.0400 | 0.0340  | 2060.0   | 28.0      | 50.0     | 0.0000    |
| 5     | BASF Styrodur  | 0.1000 | 0.0380  | 2060.0   | 30.0      | 80.0     | 0.0000    |
| 6     | A 50 SH        | 0.0016 | 0.2100  | 1470.0   | 660.0     | 170.0    | 0.0000    |

#### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 33.1 %

#### **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

##### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 3.86 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.248 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 W/m2K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 1.4E+0011 m/s

##### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.10 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.940

##### **Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:**

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1383.41 Ws/m2K

Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 7.54 C

**STOP, Teplo 2010**

## **ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2010**

Název úlohy : **Střecha**  
Zpracovatel : Radek Šulák  
Zakázka : Baklářská práce  
Datum : 24.3.2012

#### **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D[m]   | L[W/mK] | C[J/kgK] | Ro[kg/m3] | Mi[-]   | Ma[kg/m2] |
|-------|----------------|--------|---------|----------|-----------|---------|-----------|
| 1     | Baumit jemná š | 0.0030 | 0.8000  | 850.0    | 1600.0    | 12.0    | 0.0000    |
| 2     | Baumit termo o | 0.0200 | 0.1300  | 850.0    | 370.0     | 8.0     | 0.0000    |
| 3     | Baumit přednás | 0.0040 | 0.8000  | 850.0    | 1700.0    | 22.0    | 0.0000    |
| 4     | Stropní panely | 0.2300 | 0.9700  | 1000.0   | 700.0     | 5.0     | 0.0000    |
| 5     | Beton hutný 1  | 0.0500 | 1.2300  | 1020.0   | 2100.0    | 17.0    | 0.0000    |
| 6     | BASF Styrodur  | 0.2500 | 0.0320  | 2060.0   | 28.0      | 150.0   | 0.0000    |
| 7     | Poriment 1     | 0.1450 | 0.1020  | 840.0    | 420.0     | 15.0    | 0.0000    |
| 8     | Fatrafol 814   | 0.0025 | 0.3500  | 1470.0   | 1350.0    | 13000.0 | 0.0000    |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -17.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

| Měsíc | Délka[dny] | Tai[C] | RHi[%] | Pi[Pa] | Te[C] | RHe[%] | Pe[Pa] |
|-------|------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 1     | 31         | 21.0   | 42.7   | 1061.3 | -2.7  | 81.3   | 396.4  |
| 2     | 28         | 21.0   | 44.8   | 1113.5 | -1.1  | 80.7   | 449.8  |
| 3     | 31         | 21.0   | 47.5   | 1180.7 | 2.6   | 79.6   | 586.0  |
| 4     | 30         | 21.0   | 50.8   | 1262.7 | 7.4   | 77.6   | 798.6  |
| 5     | 31         | 21.0   | 56.5   | 1404.4 | 12.4  | 74.7   | 1075.1 |
| 6     | 30         | 21.0   | 60.9   | 1513.7 | 15.4  | 72.4   | 1266.1 |
| 7     | 31         | 21.0   | 63.2   | 1570.9 | 16.8  | 71.1   | 1359.6 |
| 8     | 31         | 21.0   | 62.4   | 1551.0 | 16.3  | 71.6   | 1326.3 |
| 9     | 30         | 21.0   | 57.0   | 1416.8 | 12.8  | 74.4   | 1099.3 |
| 10    | 31         | 21.0   | 51.8   | 1287.5 | 8.4   | 77.1   | 849.5  |
| 11    | 30         | 21.0   | 47.8   | 1188.1 | 3.2   | 79.4   | 610.0  |
| 12    | 31         | 21.0   | 45.0   | 1118.5 | -1.0  | 80.8   | 454.1  |

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 9.68 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.102 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m2K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 4.0E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* : 3120.2  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 20.0 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.07 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.975

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                    |                       |                    | Vypočtené hodnoty   |                  |                      |
|--------------|--|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------------|
|              | ----- 80% -----  |                    | ----- 100% -----      |                    |                     |                  |                      |
|              | T <sub>si,m</sub> [C]  | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> | T <sub>si</sub> [C] | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| 1            | 11.2   | 0.585              | 7.9                   | 0.445              | 20.4                | 0.975            | 44.3                 |
| 2            | 11.9   | 0.588              | 8.6                   | 0.437              | 20.4                | 0.975            | 46.4                 |
| 3            | 12.8   | 0.553              | 9.4                   | 0.371              | 20.5                | 0.975            | 48.9                 |
| 4            | 13.8   | 0.471              | 10.4                  | 0.222              | 20.7                | 0.975            | 51.9                 |
| 5            | 15.5   | 0.356              | 12.0                  | -----              | 20.8                | 0.975            | 57.3                 |
| 6            | 16.6   | 0.220              | 13.2                  | -----              | 20.9                | 0.975            | 61.4                 |

|    |      |       |      |       |      |       |      |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 7  | 17.2 | 0.100 | 13.7 | ----- | 20.9 | 0.975 | 63.6 |
| 8  | 17.0 | 0.153 | 13.5 | ----- | 20.9 | 0.975 | 62.9 |
| 9  | 15.6 | 0.341 | 12.2 | ----- | 20.8 | 0.975 | 57.7 |
| 10 | 14.1 | 0.453 | 10.7 | 0.184 | 20.7 | 0.975 | 52.8 |
| 11 | 12.9 | 0.544 | 9.5  | 0.355 | 20.6 | 0.975 | 49.1 |
| 12 | 12.0 | 0.589 | 8.6  | 0.437 | 20.4 | 0.975 | 46.6 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  
Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

#### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5  | 5-6  | 6-7   | 7-8   | e     |
|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| tepl.[C]:   | 19.1 | 19.1 | 18.5 | 18.5 | 17.6 | 17.4 | -11.6 | -16.8 | -16.9 |
| p [Pa]:     | 1285 | 1285 | 1282 | 1281 | 1263 | 1249 | 661   | 626   | 116   |
| p,sat [Pa]: | 2206 | 2204 | 2127 | 2124 | 2010 | 1991 | 226   | 139   | 139   |

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna<br>číslo | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá  | Kondenzující množství<br>vodní páry [kg/m2s] |
|--------------------|--------------------------------------|--------|--|
| 1                  | 0.4930                               | 0.5183 | 7.203E-0010                                  |
| 2                  | 0.7020                               | 0.7020 | 4.793E-0009                                  |

#### Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a: 0.039 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry Mev,a: 0.063 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

#### **Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

##### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

##### **Kondenzační zóna č. 1**

| Měsíc | Hranice kondenzační zóny<br>levá [m] | pravá  | Akt.kond./vypař.<br>Gc [kg/m2s] | Akumul.vlhkost<br>Ma [kg/m2] |
|-------|--------------------------------------|--------|---------------------------------|------------------------------|
| 11    | 0.7020                               | 0.7020 | 9.78E-0010                      | 0.0025                       |
| 12    | 0.7020                               | 0.7020 | 1.94E-0009                      | 0.0077                       |
| 1     | 0.7020                               | 0.7020 | 2.12E-0009                      | 0.0134                       |
| 2     | 0.7020                               | 0.7020 | 1.94E-0009                      | 0.0181                       |
| 3     | 0.7020                               | 0.7020 | 1.14E-0009                      | 0.0212                       |
| 4     | 0.7020                               | 0.7020 | -3.55E-0010                     | 0.0202                       |
| 5     | 0.7020                               | 0.7020 | -2.45E-0009                     | 0.0137                       |
| 6     | 0.7020                               | 0.7020 | -4.12E-0009                     | 0.0030                       |
| 7     | ---                                  | ---    | -5.05E-0009                     | 0.0000                       |
| 8     | ---                                  | ---    | ---                             | ---                          |
| 9     | ---                                  | ---    | ---                             | ---                          |
| 10    | ---                                  | ---    | ---                             | ---                          |

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0212 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2010**

## **Příloha č. 2**

### **Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva**

## Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva

**Aktualizace duben 2012:** aktualizovali jsme ceny propanu a ELTO

**Aktualizace duben 2011:**

- Nově můžete zvolit Vypočítat náklady na ostatní spotřebu el. energie, ty se pak zobrazí v tabulce i v grafu v závěru výpočtu
- aktualizovali jsme výhřevnost dřevěných pelet a briket

Znáte-li spotřebu tepla vašeho domu nebo bytu, zadejte ji přímo (z projektu, z výpočtu tepel, ztrát apod).  
Neznáte-li ji, musíte znát alespoň množství spotřebovaného paliva za rok a druh spalovacího zařízení.

|                                  |                  |                                      |  |                                   |     |
|----------------------------------|------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|-----|
| <input checked="" type="radio"/> | Spotřeba tepla:  | <input type="text" value="33411,6"/> | GJ =   | <input type="text" value="9281"/> | MWh |
| <input type="radio"/>            | Spotřeba paliva: | <input type="text" value="1032896"/> | <input type="text" value="Zemní plyn (m3) - Kotel nízkoteplotní (95%)"/> |                                   |     |

[Jak pracovat s výpočtem?](#)  
[Jak vytisknout výsledky?](#)  
[Přepočet zemního plynu m<sup>3</sup>->kWh](#)  
[Výpočet ceny spotřebované el. energie](#)  
[Ceny paliv a energií](#)  
[Diskuse k porovnání nákladů na vytápění](#)

podle zadané spotřeby

Výsledky v tabulce nákladů na vytápění se přepočítávají automaticky po změnách tarifů plynu a elektro, zadání vlastních cen paliv, volbě spalovacího zařízení i ostatních nákladů (revize kotle, odvoz popela).  
Ceny jsou počítány včetně DPH. Údaje si mezi sebou můžete porovnat.

Dodavatel elektrické energie:

☐ Vypočítat náklady na ostatní spotřebu el. energie ???

**PLATNOST CEN:** Plyn 1.1.2012, El. energie 1.1.2012

| Náklady na vytápění      Výpočtová spotřeba tepla = 65 GJ  |   |  |  |                                  |                                      |
|--|---|--|--|----------------------------------|--------------------------------------|
| Druh paliva (Výhřevnost)<br>(Volba tarifu)   | Cena paliva v Kč  | Spalovací zařízení<br>(Průměrná účinnost v %)<br><input type="checkbox"/> zadat vlastní účinnost | Cena tepla<br><input type="radio"/> Kč/GJ<br><input checked="" type="radio"/> Kč/kWh | Spotřeba<br>paliva / rok         | Náklady<br>na vytápění<br>Kč / rok   |
| <input type="checkbox"/> <b>Hnědé uhlí</b> (18 MJ/kg)<br><a href="#">ceny a dodavatelé</a>   | <input type="text" value="3,55"/> /kg   | <input type="text" value="Klasický kotel na uhlí (55%)"/>  | 1,29   | 6566 kg                          | <input type="text" value="23308,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Černé uhlí</b> (23,1 MJ/kg)<br><a href="#">ceny a dodavatelé</a>   | <input type="text" value="5,10"/> /kg   | <input type="text" value="Klasický kotel na uhlí (55%)"/>  | 1,45   | 5116 kg                          | <input type="text" value="26092,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Koks</b> (27,5 MJ/kg)  | <input type="text" value="8,50"/> /kg   | <input type="text" value="Klasický kotel na koks (62%)"/>  | 1,79   | 3812 kg                          | <input type="text" value="32405,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Dřevo</b> (14,6 MJ/kg)   | <input type="text" value="3,00"/> /kg   | <input type="text" value="Kotel na zplynování dřeva (75%)"/>                                     | 0,99   | 5936 kg                          | <input type="text" value="17808,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Dřevěné brikety</b> (17,0 MJ/kg)   | <input type="text" value="4,80"/> /kg   | <input type="text" value="Kotel na zplynování dřeva (75%)"/>                                     | 1,36   | 5098 kg                          | <input type="text" value="24471,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Dřevěné pelety</b> (17,0 MJ/kg)<br><a href="#">ceny</a>  | <input type="text" value="5,20"/> /kg   | <input type="text" value="Kotel na dřevěné pelety (85%)"/>                                       | 1,3  | 4498 kg                          | <input type="text" value="23391,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Štěpka</b> (12,5 MJ/kg)  | <input type="text" value="2,50"/> /kg   | <input type="text" value="Kotel na štěpku (80%)"/>   | 0,9  | 6500 kg                          | <input type="text" value="16250,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Rostlinné pelety</b> (16 MJ/kg)  | <input type="text" value="3,65"/> /kg   | <input type="text" value="Kotel na rostlinné pelety (90%)"/>                                     | 0,91   | 4514 kg                          | <input type="text" value="16476,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Obilí</b> (18 MJ/kg)   | <input type="text" value="3,20"/> /kg   | <input type="text" value="Automatický kotel (85%)"/>   | 0,75   | 4248 kg                          | <input type="text" value="13595,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Zemní plyn</b><br>(spalné teplo 37,82 MJ/m <sup>3</sup> ) <a href="#">ceny</a><br>Dodavatel:<br><input type="text" value="RWE Energie, a.s."/><br>Spotřeba plynu:<br><input type="text" value="20000 - 25000 kWh"/> /rok | <input type="text" value="1,5399"/> /kWh<br>vztahena ke<br>spalnému tepleu ???<br><b>16,18 Kč/m<sup>3</sup></b><br>+ <b>292,56 Kč/měsíc</b> | <input type="text" value="Kotel běžný (89%)"/><br>účinnost je vztahena<br>k výhřevnosti ZP ???   | 2,12   | 22524 kWh<br>2145 m <sup>3</sup> | <input type="text" value="38210,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Propan</b> (46,4 MJ/kg)<br><a href="#">ceny a dodavatelé</a>   | <input type="text" value="28"/> /kg   | <input type="text" value="Kotel běžný (89%)"/>   | 2,44   | 1574 kg                          | <input type="text" value="44072,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Lehký topný olej ELTO</b><br>(42 MJ/kg) <a href="#">ceny</a>   | <input type="text" value="28"/> /kg   | <input type="text" value="Kotel na lehký topný olej (89%)"/>                                     | 2,7  | 1739 kg                          | <input type="text" value="48689,-"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Elektřina akumulace</b><br><a href="#">ceny a tarify</a> ???   | <b>417,6 Kč/měsíc</b> +<br>NT: <input type="text" value="2,07619"/> /kWh  | <input type="text" value="S akumulační nádrží (93%)"/>   | 2,51   | 19415 kWh                        | <input type="text" value="45319,-"/> |

|  |   |                                   |      |           |   |
|--|---|-----------------------------------|------|-----------|---|
| D26d jistič nad 3x25 A do 3x32 A ▼<br><b>Elektřina přímotop</b><br><a href="#">ceny a tarify ???</a><br>D45d jistič nad 3x20 A do 3x25 A ▼ | <b>420 Kč/měsíc +</b><br>NT: 2,60659 /kWh | Přímotopné panely (98%) ▼         | 2,94 | 18424 kWh | <input type="checkbox"/> <b>53064,-</b> |
| <b>Tepelné čerpadlo</b><br><a href="#">ceny a tarify ???</a><br>D56d jistič nad 3x16 A do 3x20 A ▼   | <b>348 Kč/měsíc +</b><br>NT: 2,60779 /kWh | Průměrný roční topný faktor:<br>3 | 1,1  | 6019 kWh  | <input type="checkbox"/> <b>19871,-</b> |
| <b>Centrální zásobování teplem</b><br><a href="#">ceny</a>   | 400 /GJ ???                               | účinnost (98%) ▼                  | 1,47 | 66 GJ     | <input type="checkbox"/> <b>26531,-</b> |

## Náklady na vytápění

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Hnědé uhlí                  | 23308 Kč / rok |
| Černé uhlí                  | 26092 Kč / rok |
| Koks                        | 32405 Kč / rok |
| Dřevo                       | 17808 Kč / rok |
| Dřevěné brikety             | 24471 Kč / rok |
| Dřevěné pelety              | 23391 Kč / rok |
| Štěpka                      | 16250 Kč / rok |
| Rostlinné pelety            | 16476 Kč / rok |
| Obilí                       | 13595 Kč / rok |
| Zemní plyn                  | 38210 Kč / rok |
| Propan                      | 44072 Kč / rok |
| Lehký topný olej ELTO       | 48689 Kč / rok |
| Elektřina akumulace         | 45319 Kč / rok |
| Elektřina přímotop          | 53064 Kč / rok |
| Tepelné čerpadlo            | 19871 Kč / rok |
| Centrální zásobování teplem | 26531 Kč / rok |

[Diskusní fórum](#) k porovnání nákladů na vytápění

### KOMENTÁŘ K POROVNÁNÍ NÁKLADŮ PRO ELEKTRICKÉ VYTÁPĚNÍ

Uvažuje-li někdo v současnosti o stavbě rodinného domu, zcela jistě počítá s tím, že se dům bude pohybovat minimálně v energetické třídě B, na pomezí A/B nebo dokonce ve třídě A dle PENB (průkaz energetické náročnosti budov). Jednoduše řečeno, půjde minimálně o nízkoenergetický dům (NED), nebo téměř pasivní dům. Objekt s horšími tepelně-technickými vlastnostmi již dnes asi nikdo neplánuje.

U těchto nových objektů hraje významnou roli regulace, případně i inteligentní systémy zajišťující provázanost systémů například vytápění, osvětlení a ovládání žaluzií podle zvolených programů, ve spolupráci s čidly nebo s predikcí. Toto jsou skutečnosti, které výše uvedená tabulka nemůže zahrnovat. Praxe ukázala, že nejcitlivější na tyto vlivy je vytápění objektů elektrickým vytápěním. Proto zde uvádíme příklady, které na konkrétních údajích ukazují realitu domů s elektrickým přímotopným vytápěním.

- [Nízkoenergetický dům v Hradci nad Moravicí](#)
- [Nízkoenergetický dům v Rasoškách](#)
- [Rodinný dům v Jeseníku](#)
- [Rodinný dům ve Zlíně](#)
- [Rodinný dům v Rakovníku](#)
- [Energeticky úsporný dům REP-HOUSE \(pasivní dům\) v Moravanech u Brna \(I\) - příprava](#)
- [Energeticky úsporný dům REP-HOUSE \(pasivní dům\) v Moravanech u Brna \(II\) - realizace](#)
- [Energeticky úsporný dům REP-HOUSE \(pasivní dům\) v Moravanech u Brna \(III\) - zkušenosti](#)





### **Příloha č. 3**

**Výpočet tepelných ztrát objektu, potřeby tepla na vytápění a průměrného  
součinitele prostupu tepla**

# VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a STN 730540

## Ztráty 2010

Název objektu : **Bakalářská práce**  
Zpracovatel : Radek Šulák  
Zakázka : SUL 117  
Datum : 24.3.2012  
Varianta : 1

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu  $T_{e,m}$  : 7.6 C  
Činitel ročního kolísání venkovní teploty  $f_{g1}$  : 1.45  
Průměrná vnitřní teplota v objektu  $T_{i,m}$  : 20.3 C  
Půdorysná plocha podlahy objektu  $A$  : 152.0 m<sup>2</sup>  
Exponovaný obvod objektu  $P$  : 58.0 m  
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy  $V$  : 626.0 m<sup>3</sup>  
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %  
Typ objektu : bytový

## ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C

| Označ.<br>p./č.m. | Název<br>místnosti | Teplota<br>$T_i$ | Vytápěná<br>plocha<br>$A_f$ [m <sup>2</sup> ] | Objem<br>vzduchu<br>$V$ [m <sup>3</sup> ] | Celk.<br>ztráta<br>$F_{iHL}$ [W] | % z<br>celk.<br>$F_{iHL}$ | Podíl<br>$F_{iHL}/(T_i-T_e)$<br>[W/K] |
|-------------------|--------------------|------------------|---|---|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| 1/ 101            | Zádveří            | 15.0             | 6.9   | 14.7                                      | 144                              | 1.6%                      | 4.80                                  |
| 1/ 102            | Chodba             | 21.0             | 9.2   | 19.2                                      | 247                              | 2.7%                      | 6.86                                  |
| 1/ 103            | Kuchyň             | 21.0             | 31.3  | 79.5                                      | 1975                             | 21.9%                     | 54.87                                 |
| 1/ 104            | Obývací pok        | 21.0             | 18.9  | 54.4                                      | 978                              | 10.8%                     | 27.17                                 |
| 1/ 105            | Chodba             | 21.0             | 8.6   | 21.8                                      | 127                              | 1.4%                      | 3.54                                  |
| 1/ 106            | Pokoj              | 21.0             | 16.3  | 41.2                                      | 477                              | 5.3%                      | 13.26                                 |
| 1/ 107            | Pokoj              | 21.0             | 18.1  | 45.7                                      | 548                              | 6.1%                      | 15.21                                 |
| 1/ 108            | Koupelna           | 24.0             | 10.3  | 26.0                                      | 399                              | 4.4%                      | 10.24                                 |
| 1/ 109            | Sklad              | 21.0             | 8.3   | 21.0                                      | 158                              | 1.7%                      | 4.38                                  |
| 1/ 110            | Sušárna            | 21.0             | 14.0  | 35.4                                      | 480                              | 5.3%                      | 13.33                                 |
| 1/ 111            | Schodiště          | 21.0             | 6.2   | 32.7                                      | 402                              | 4.5%                      | 11.18                                 |
| 1/ 112            | Technická m        | 21.0             | 4.3   | 10.9                                      | 102                              | 1.1%                      | 2.82                                  |
| 2/ 201            | Posilovna          | 15.0             | 27.7  | 76.9                                      | 817                              | 9.0%                      | 27.22                                 |
| 2/ 202            | Pracovna           | 21.0             | 16.3  | 45.3                                      | 538                              | 6.0%                      | 14.95                                 |
| 2/ 203            | Ložnice            | 21.0             | 18.5  | 51.4                                      | 631                              | 7.0%                      | 17.53                                 |
| 2/ 204            | Koupelna           | 24.0             | 9.6   | 26.7                                      | 875                              | 9.7%                      | 22.44                                 |
| 2/ 205            | Šatna              | 18.0             | 8.3   | 23.1                                      | 126                              | 1.4%                      | 3.82                                  |
| Součet:           |                    |                  | 232.8   | 626.0                                     | 9025                             | 100.0%                    | 253.63                                |

## CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon)  $F_{iHL}$  9.025 kW 100.0 %

|                                  |                 |        |
|----------------------------------|-----------------|--------|
| Součet tep. ztrát prostupem Fi,T | <b>3.915 kW</b> | 43.4 % |
| Součet tep. ztrát větráním Fi,V  | <b>5.110 kW</b> | 56.6 % |

| <b>Tep. ztráta prostupem:</b> |           |        | <b>Plocha:</b> | <b>Fi,T/m2:</b> |
|-------------------------------|-----------|--------|----------------|-----------------|
| Jednoduché okno               | 1.296 kW  | 14.4 % | 41.1 m2        | 31.6 W/m2       |
| Obvodové zdívo                | 1.519 kW  | 16.8 % | 237.9 m2       | 6.4 W/m2        |
| Podlaha na teré               | 0.524 kW  | 5.8 %  | 151.5 m2       | 3.5 W/m2        |
| Nosná 300                     | -0.031 kW | -0.3 % | 4.3 m2         | -7.3 W/m2       |
| Nosná 380                     | -0.015 kW | -0.2 % | 15.6 m2        | -0.9 W/m2       |
| Příčka 115                    | 0.051 kW  | 0.6 %  | 83.1 m2        | 0.6 W/m2        |
| Dveře dřevěné s               | 0.000 kW  | 0.0 %  | 3.2 m2         | 0.0 W/m2        |
| Střecha                       | 0.401 kW  | 4.5 %  | 109.1 m2       | 3.67 W/m2       |
| Dveře dřevěné p               | 0.119 kW  | 1.3 %  | 9.4 m2         | 12.7 W/m2       |
| Strop Heluz 230               | 0.030 kW  | 0.3 %  | 17.2 m2        | 1.7 W/m2        |

#### PARAMETRY BUDOVY PODLE STARŠÍCH PŘEDPISŮ:

Celková tepelná charakteristika budovy - ČSN 730540 (1994):  $q_c = 0.41 \text{ W/m}^3\text{K}$   
Spotřeba energie na vytápění - STN 730540, Zmena 5 (1997):  $E_1 = 30.05 \text{ kWh/m}^3, \text{rok}$

#### PŘÍBLIŽNÁ MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE STN 730540 (2002):

Uvažované hodnoty :  
- obestavěný objem  $V_b = 626.00 \text{ m}^3$   
- průměr. vnitřní teplota  $T_i = 20.3 \text{ C}$   
- vnější teplota  $T_e = -15.0 \text{ C}$   
- násobnost výměny  $n = 0,5 \text{ 1/h}$   
- prům. výkon int. zdrojů tepla =  $4 \text{ W/m}^2$   
- propustnost oken  $g = 0,5$   
- energie slun. záření =  $200 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$

Uvedená propustnost a energie slunečního záření se uvažují pro všechna okna vzhledem k tomu, že součástí zadání není popis orientací oken a jejich propustností.

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem  $Q_t$ :  $9053 \text{ kWh/a}$   
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním  $Q_v$ :  $6784 \text{ kWh/a}$   
Přibližný tepelný zisk ze slunečního záření  $Q_s$ :  $2246 \text{ kWh/a}$   
Přibližný tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla  $Q_i$ :  $4656 \text{ kWh/a}$   
Výsledná potřeba tepla na vytápění  $Q_h$ :  $9281 \text{ kWh/a}$

**Vypočtená přibližná měrná potřeba tepla  $E_1 = 14.83 \text{ kWh/m}^3, \text{rok}$**

#### PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY:

Celk.souč.tep.ztráty (ustálený měrný tep.tok) prostupem  $H, T$ :  $123.1 \text{ W/K}$   
Plocha obalových konstrukcí budovy  $A$ :  $543.4 \text{ m}^2$   
Limit odvozený z  $U_{req}$  dílčích konstrukcí...  $U_{em,lim}$ :  $---- \text{ W/m}^2\text{K}$   
**Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy  $U_{em}$   $0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$**

STOP, Ztráty 2010

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2 (2007)

Název úlohy:

Bakalářská práce

**Rekapitulace vstupních dat:**

Objem vytápěných zón budovy  $V = 626,0 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí  $A = 543,4 \text{ m}^2$

Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{\text{in}} = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$

Návrhová venkovní teplota  $T_{\text{ae}} = -15,0 \text{ }^\circ\text{C}$

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 9)**

**Požadavek:**

max. prům. souč. prostupu tepla  $U_{\text{em},N} = 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Výsledky výpočtu:**

průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{\text{em}} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{em}} < U_{\text{em},N}$  ... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy (čl. C.2)**

Klasifikační třída: B

Slovní popis: úsporná

Klasifikační ukazatel CI: 0,5

## **Příloha č.4**

### **Výpočet objemu soustavy**

# Výpočet objemu soustavy

| Zařízení              |      | jedn. | objem v l |
|-----------------------|------|-------|-----------|
| Výměník               | 1    | ks    | 1,10      |
| Expanzní nádoba       | 1    | ks    | 10,00     |
| V okruhu čerpadla     | 1    | ks    | 9,00      |
| Větev A1 Ø17          | 24   | m     | 2,21      |
| Větev A2 Ø17          | 10,6 | m     | 0,98      |
| Větev A3 Ø17          | 24,6 | m     | 2,26      |
| Větev A4 Ø17          | 25   | m     | 2,30      |
| Větev B1 Ø17          | 25,3 | m     | 2,33      |
| Větev B2 Ø17          | 18   | m     | 1,66      |
| Větev B3 Ø17          | 12   | m     | 1,10      |
| Větev B1 Ø22          | 6    | m     | 0,92      |
| Větev R1 Ø35          | 2    | m     | 0,78      |
| Rozdělovače           | 4    | ks    | 2,50      |
| Koratherm 10 366/800  | 1    | ks    | 2,90      |
| Koratherm 11 366/900  | 1    | ks    | 3,20      |
| Likov 45/26 450/1800  | 1    | ks    | 2,88      |
| Likov 15/26 150/1800  | 1    | ks    | 2,88      |
| Koratherm 10 366/700  | 1    | ks    | 2,60      |
| Radik 20 500/1200     | 1    | ks    | 6,12      |
| Radik 20 500/1400     | 1    | ks    | 7,14      |
| Radik 20 600/1000     | 1    | ks    | 5,80      |
| Radik 11 300/700      | 1    | ks    | 1,33      |
| Radik 21 500/1000     | 1    | ks    | 5,10      |
| Koratherm 11 366/1600 | 1    | ks    | 5,00      |
| Radik 10 300/600      | 1    | ks    | 1,14      |
| Likov 15/16 150/1800  | 1    | ks    | 1,80      |
| Radik 20 500/1800     | 1    | ks    | 9,18      |
| Radik 22 600/1200     | 1    | ks    | 6,96      |
| Radik 11 300/700      | 1    | ks    | 1,33      |
|                       |      |       |           |
| Objem Celkem          |      |       | 102,50    |

## **Příloha č.5**

**Tabulky tlakových ztrát třením v závislosti na hmotnostním toku**

# Tabulky tlakových ztrát třením v závislosti na hmotnostním toku

## Rehau Rautherm

| Q <sub>v</sub><br>[l/s] | m<br>[kg/h] | 17x2.0      |            | 20x2.0      |            |
|-------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                         |             | R<br>[Pa/m] | w<br>[m/s] | R<br>[Pa/m] | w<br>[m/s] |
| 0.00                    | 0.0         | -           | 0.000      | -           | 0.000      |
| 0.00                    | 1.0         | 0.22        | 0.002      | 0.10        | 0.001      |
| 0.00                    | 2.0         | 0.44        | 0.004      | 0.19        | 0.003      |
| 0.00                    | 3.0         | 0.66        | 0.006      | 0.29        | 0.004      |
| 0.00                    | 4.0         | 0.88        | 0.008      | 0.38        | 0.006      |
| 0.00                    | 5.0         | 1.10        | 0.011      | 0.48        | 0.007      |
| 0.00                    | 6.0         | 1.31        | 0.013      | 0.57        | 0.008      |
| 0.00                    | 7.0         | 1.53        | 0.015      | 0.67        | 0.010      |
| 0.00                    | 8.0         | 1.75        | 0.017      | 0.76        | 0.011      |
| 0.00                    | 9.0         | 1.97        | 0.019      | 0.86        | 0.013      |
| 0.00                    | 10.0        | 2.19        | 0.021      | 0.95        | 0.014      |
| 0.00                    | 12.0        | 2.63        | 0.025      | 1.15        | 0.017      |
| 0.00                    | 14.0        | 3.07        | 0.030      | 1.34        | 0.020      |
| 0.00                    | 16.0        | 3.51        | 0.034      | 1.53        | 0.022      |
| 0.01                    | 18.0        | 3.94        | 0.038      | 1.72        | 0.025      |
| 0.01                    | 20.0        | 4.38        | 0.042      | 1.91        | 0.028      |
| 0.01                    | 25.0        | 5.48        | 0.053      | 2.39        | 0.035      |
| 0.01                    | 30.0        | 6.57        | 0.064      | 2.86        | 0.042      |
| 0.01                    | 35.0        | 7.67        | 0.074      | 3.34        | 0.049      |
| 0.01                    | 40.0        | 8.76        | 0.085      | 3.82        | 0.056      |
| 0.01                    | 45.0        | 9.86        | 0.095      | 4.30        | 0.063      |
| 0.01                    | 50.0        | 12.3        | 0.106      | 4.77        | 0.070      |
| 0.02                    | 60.0        | 20.1        | 0.127      | 6.18        | 0.084      |
| 0.02                    | 70.0        | 30.6        | 0.148      | 9.33        | 0.098      |
| 0.02                    | 80.0        | 44.3        | 0.169      | 13.4        | 0.112      |
| 0.03                    | 90.0        | 54.4        | 0.191      | 18.5        | 0.126      |
| 0.03                    | 100.0       | 65.3        | 0.212      | 24.4        | 0.140      |
| 0.03                    | 120.0       | 89.5        | 0.254      | 33.4        | 0.168      |
| 0.04                    | 140.0       | 117.1       | 0.297      | 43.6        | 0.196      |
| 0.04                    | 160.0       | 147.8       | 0.339      | 54.9        | 0.224      |
| 0.05                    | 180.0       | 181.7       | 0.381      | 67.4        | 0.252      |
| 0.06                    | 200.0       | 218.7       | 0.424      | 81.0        | 0.280      |
| 0.06                    | 220.0       | 258.8       | 0.466      | 95.7        | 0.308      |
| 0.07                    | 240.0       | 301.8       | 0.508      | 111.5       | 0.336      |
| 0.07                    | 260.0       | 347.8       | 0.551      | 128.3       | 0.364      |
| 0.08                    | 280.0       | 396.7       | 0.593      | 146.2       | 0.392      |
| 0.08                    | 300.0       | 448.6       | 0.636      | 165.1       | 0.420      |
| 0.09                    | 320.0       | 503.3       | 0.678      | 185.1       | 0.448      |
| 0.10                    | 340.0       | 560.8       | 0.720      | 206.0       | 0.475      |
| 0.10                    | 360.0       | 621.2       | 0.763      | 228.0       | 0.503      |
| 0.11                    | 380.0       | 684.5       | 0.805      | 251.0       | 0.531      |
| 0.11                    | 400.0       | 750.5       | 0.847      | 275.0       | 0.559      |
| 0.12                    | 420.0       | 819.3       | 0.890      | 299.9       | 0.587      |
| 0.12                    | 440.0       | 890.9       | 0.932      | 325.9       | 0.615      |
| 0.13                    | 460.0       | 965.2       | 0.974      | 352.8       | 0.643      |
| 0.13                    | 480.0       | 1042.3      | 1.017      | 380.7       | 0.671      |
| 0.14                    | 500.0       | 1122.1      | 1.059      | 409.5       | 0.699      |
| 0.17                    | 600.0       | 1562.0      | 1.271      | 568.1       | 0.839      |
| 0.20                    | 700.0       | 2069.0      | 1.483      | 750.3       | 0.979      |
| 0.22                    | 800.0       | -           | -          | 955.6       | 1.119      |
| 0.25                    | 900.0       | -           | -          | 1183.8      | 1.259      |
| 0.28                    | 1000.0      | -           | -          | 1434.7      | 1.398      |

## Měděné potrubí

| Q <sub>v</sub><br>[l/s] | m<br>[kg/h] | 28x1.5      |            | 35x1.5      |            |
|-------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                         |             | R<br>[Pa/m] | w<br>[m/s] | R<br>[Pa/m] | w<br>[m/s] |
| 0.00                    | 0.0         | -           | 0.000      | -           | 0.000      |
| 0.00                    | 1.0         | 0.02        | 0.001      | 0.01        | 0.000      |
| 0.00                    | 2.0         | 0.03        | 0.001      | 0.01        | 0.001      |
| 0.00                    | 3.0         | 0.05        | 0.002      | 0.02        | 0.001      |
| 0.00                    | 4.0         | 0.06        | 0.002      | 0.02        | 0.001      |
| 0.00                    | 5.0         | 0.08        | 0.003      | 0.03        | 0.002      |
| 0.00                    | 6.0         | 0.10        | 0.003      | 0.04        | 0.002      |
| 0.00                    | 7.0         | 0.11        | 0.004      | 0.04        | 0.002      |
| 0.00                    | 8.0         | 0.13        | 0.005      | 0.05        | 0.003      |
| 0.00                    | 9.0         | 0.14        | 0.005      | 0.05        | 0.003      |
| 0.00                    | 10.0        | 0.16        | 0.006      | 0.06        | 0.003      |
| 0.00                    | 12.0        | 0.19        | 0.007      | 0.07        | 0.004      |
| 0.00                    | 14.0        | 0.22        | 0.008      | 0.08        | 0.005      |
| 0.00                    | 16.0        | 0.26        | 0.009      | 0.10        | 0.006      |
| 0.01                    | 18.0        | 0.29        | 0.010      | 0.11        | 0.006      |
| 0.01                    | 20.0        | 0.32        | 0.011      | 0.12        | 0.007      |
| 0.01                    | 25.0        | 0.40        | 0.014      | 0.15        | 0.009      |
| 0.01                    | 30.0        | 0.48        | 0.017      | 0.18        | 0.010      |
| 0.01                    | 35.0        | 0.56        | 0.020      | 0.21        | 0.012      |
| 0.01                    | 40.0        | 0.64        | 0.023      | 0.24        | 0.014      |
| 0.01                    | 45.0        | 0.72        | 0.026      | 0.27        | 0.016      |
| 0.01                    | 50.0        | 0.80        | 0.029      | 0.30        | 0.017      |
| 0.02                    | 60.0        | 0.96        | 0.034      | 0.36        | 0.021      |
| 0.02                    | 70.0        | 1.12        | 0.040      | 0.42        | 0.024      |
| 0.02                    | 80.0        | 1.28        | 0.046      | 0.48        | 0.028      |
| 0.03                    | 90.0        | 1.45        | 0.052      | 0.54        | 0.031      |
| 0.03                    | 100.0       | 1.93        | 0.057      | 0.60        | 0.035      |
| 0.03                    | 120.0       | 3.15        | 0.069      | 0.77        | 0.042      |
| 0.04                    | 140.0       | 4.80        | 0.080      | 1.17        | 0.049      |
| 0.04                    | 160.0       | 6.69        | 0.092      | 1.67        | 0.056      |
| 0.05                    | 180.0       | 8.19        | 0.103      | 2.31        | 0.063      |
| 0.06                    | 200.0       | 9.83        | 0.115      | 3.05        | 0.070      |
| 0.06                    | 220.0       | 11.6        | 0.126      | 3.59        | 0.077      |
| 0.07                    | 240.0       | 13.5        | 0.137      | 4.17        | 0.084      |
| 0.07                    | 260.0       | 15.5        | 0.149      | 4.79        | 0.091      |
| 0.08                    | 280.0       | 17.6        | 0.160      | 5.45        | 0.098      |
| 0.08                    | 300.0       | 19.9        | 0.172      | 6.14        | 0.105      |
| 0.09                    | 320.0       | 22.3        | 0.183      | 6.86        | 0.112      |
| 0.10                    | 340.0       | 24.8        | 0.195      | 7.63        | 0.119      |
| 0.10                    | 360.0       | 27.4        | 0.206      | 8.43        | 0.126      |
| 0.11                    | 380.0       | 30.2        | 0.218      | 9.26        | 0.133      |
| 0.11                    | 400.0       | 33.0        | 0.229      | 10.1        | 0.140      |
| 0.12                    | 420.0       | 36.0        | 0.241      | 11.0        | 0.147      |
| 0.12                    | 440.0       | 39.1        | 0.252      | 12.0        | 0.154      |
| 0.13                    | 460.0       | 42.3        | 0.263      | 12.9        | 0.161      |
| 0.13                    | 480.0       | 45.6        | 0.275      | 13.9        | 0.168      |
| 0.14                    | 500.0       | 49.0        | 0.286      | 15.0        | 0.175      |
| 0.17                    | 600.0       | 67.8        | 0.344      | 20.6        | 0.210      |
| 0.20                    | 700.0       | 89.3        | 0.401      | 27.1        | 0.245      |
| 0.22                    | 800.0       | 113.5       | 0.458      | 34.4        | 0.280      |
| 0.25                    | 900.0       | 140.4       | 0.516      | 42.4        | 0.315      |
| 0.28                    | 1000.0      | 169.8       | 0.573      | 51.2        | 0.350      |
| 0.34                    | 1200.0      | 236.6       | 0.687      | 71.0        | 0.420      |
| 0.39                    | 1400.0      | 313.6       | 0.802      | 93.8        | 0.489      |
| 0.45                    | 1600.0      | 400.7       | 0.916      | 119.4       | 0.559      |



## **Příloha č. 6**

### **Technický list tepelného čerpadla**

# Daikin Altherma Selection Report

Produced on 19.4.2012 with Daikin Altherma Simulator V3.7.5 - database Central 8.5.4

*Project name*      Bakalářská práce SUL117  
*Reference*          v01  
*Client name*       Radek Šulák  
*Revision*           v01

Only the data published in the data book are correct. This program uses close approximations of these data.

## 1. Low temp - Outdoor/indoor ERLQ014CAV3

### 1.1. Material List

| Model               | Qty | Description             |
|---------------------|-----|-------------------------|
| ERLQ014CAV3         | 1   | Outdoor                 |
| Bottom plate heater | 1   |                         |
| EKHBH016BB6WN       | 1   | Indoor                  |
| EKHWE200A3Z2        | 1   | Domestic hot water tank |

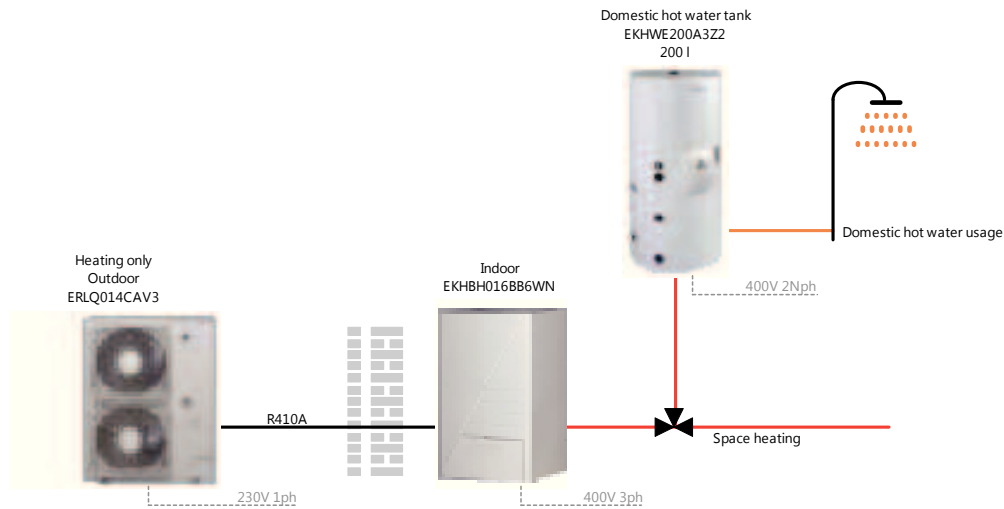
The present report is drawn up by way of information only and does not constitute an offer binding upon Daikin. Daikin has compiled the content of this report to the best of its knowledge. No express or implied warranty is given for the completeness, accuracy, reliability or fitness for particular purpose of its content. Specifications and prices are subject to change without prior notice. Daikin explicitly rejects any liability for any direct or indirect damage, in the broadest sense, arising from or related to the use and/or interpretation of this report.

## 1.2. Selection Criteria

|   |                           |
|---|---------------------------|
| <b>Location</b>   |                           |
| Country   | Czech Republic            |
| City  | Ostrava/Mosnov            |
| <b>Design conditions</b>                                |                           |
| Conditioned surface                                     | 210 m <sup>2</sup>        |
| Required capacity for space heating at min. night temp. | 9,3 kW                    |
| Application   | Heating only              |
| System layout   | Low temp - Outdoor/indoor |
| Hydrobox placement                                      | Wall mounted              |
| Leaving water temperature range heating                 | 45,0°C - 55,0°C           |
| Power supply  | 400V 3Nph                 |
| <b>Domestic hot water</b>                               |                           |
| Solar connection  | No                        |
| Material inside   | Enamel coated steel       |
| Tank type   | Standard tank             |
| Volume  | 200 l                     |
| Power supply  | 400V 2Nph                 |

The present report is drawn up by way of information only and does not constitute an offer binding upon Daikin. Daikin has compiled the content of this report to the best of its knowledge. No express or implied warranty is given for the completeness, accuracy, reliability or fitness for particular purpose of its content. Specifications and prices are subject to change without prior notice. Daikin explicitly rejects any liability for any direct or indirect damage, in the broadest sense, arising from or related to the use and/or interpretation of this report.

### 1.3. System Diagram



The present report is drawn up by way of information only and does not constitute an offer binding upon Daikin. Daikin has compiled the content of this report to the best of its knowledge. No express or implied warranty is given for the completeness, accuracy, reliability or fitness for particular purpose of its content. Specifications and prices are subject to change without prior notice. Daikin explicitly rejects any liability for any direct or indirect damage, in the broadest sense, arising from or related to the use and/or interpretation of this report.

## 1.4. Technical Details

| Indoor                          | EKHBH016BB6WN                            |
|---------------------------------|--|
| <b>Application</b>              |  |
| Function                        | Heating only                             |
| Application                     | Low temperature                          |
| Leaving water range heating     | 25,0 - 50,0°C                            |
| <b>Technical data</b>           |  |
| Dimensions (WxHxD)              | 502x922x361 mm                           |
| Weight                          | 48kg                                     |
| Drain connection                | 18mm                                     |
| Material                        | Epoxy polyester painted galvanized steel |
| <b>Electrical data</b>          |  |
| Power supply                    | 400V 3ph                                 |
| Fuse size                       | 13A                                      |
| Capacity electric backup heater | 6,0 kW                                   |
| Capacity steps                  | 2  |

| Domestic hot water tank | EKHWE200A3Z2        |
|-------------------------|---------------------|
| <b>Technical data</b>   |                     |
| Water volume            | 200 l               |
| Max. water temperature  | 75,0°C              |
| Material inside tank    | Enamel coated steel |
| Material outside tank   | Epoxy-coated steel  |
| Dimensions (DxH)        | 545x1580 mm         |
| Weight                  | 104kg               |
| <b>Electrical data</b>  |                     |
| Electric heater         | 3,0 kW              |
| Power supply            | 400V 2Nph           |
| Fuse size               | 20A                 |

| Outdoor                  | ERLQ014CAV3     |
|--------------------------|-----------------|
| <b>Performance</b>       |                 |
| Nominal heating capacity | 13,6 kW         |
| COP                      | 3,3             |
| Operation range heating  | -20,0 - 35,0°C  |
| <b>Technical data</b>    |                 |
| Dimensions (WxHxD)       | 900x1345x320 mm |
| Weight                   | 113kg           |
| Refrigerant              | R410A           |
| Base charge              | 3,4kg           |
| <b>Sound data</b>        |                 |
| Sound pressure           | 51dBA           |
| Sound power              | 64dBA           |
| <b>Electrical data</b>   |                 |
| Power supply             | 230V 1ph        |
| Fuse size                | 40A             |

The present report is drawn up by way of information only and does not constitute an offer binding upon Daikin. Daikin has compiled the content of this report to the best of its knowledge. No express or implied warranty is given for the completeness, accuracy, reliability or fitness for particular purpose of its content. Specifications and prices are subject to change without prior notice. Daikin explicitly rejects any liability for any direct or indirect damage, in the broadest sense, arising from or related to the use and/or interpretation of this report.

## 1.5. Energy Consumption of the Domestic Hot Water Tank

| Type of usage                  | Hot water consumption | Water temperature | Volume per day at 40,0°C | Occurrences per day |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|
| Small                          | 3 l                   | 40,0°C            | 48 l                     | 16                  |
| Floor                          | 3 l                   | 40,0°C            | 3 l                      | 1                   |
| Clean                          | 2 l                   | 55,0°C            | 6 l                      | 2                   |
| Small dishwash                 | 6 l                   | 55,0°C            | 9 l                      | 1                   |
| Medium dishwash                | 8 l                   | 55,0°C            | 0 l                      | 0                   |
| Larger dishwash                | 14 l                  | 55,0°C            | 21 l                     | 1                   |
| Large                          | 15 l                  | 40,0°C            | 0 l                      | 0                   |
| Shower                         | 40 l                  | 40,0°C            | 80 l                     | 2                   |
| Bath                           | 103 l                 | 40,0°C            | 0 l                      | 0                   |
| <b>Total per day at 40,0°C</b> |                       |                   | <b>167 l</b>             | <b>20972 kJ</b>     |

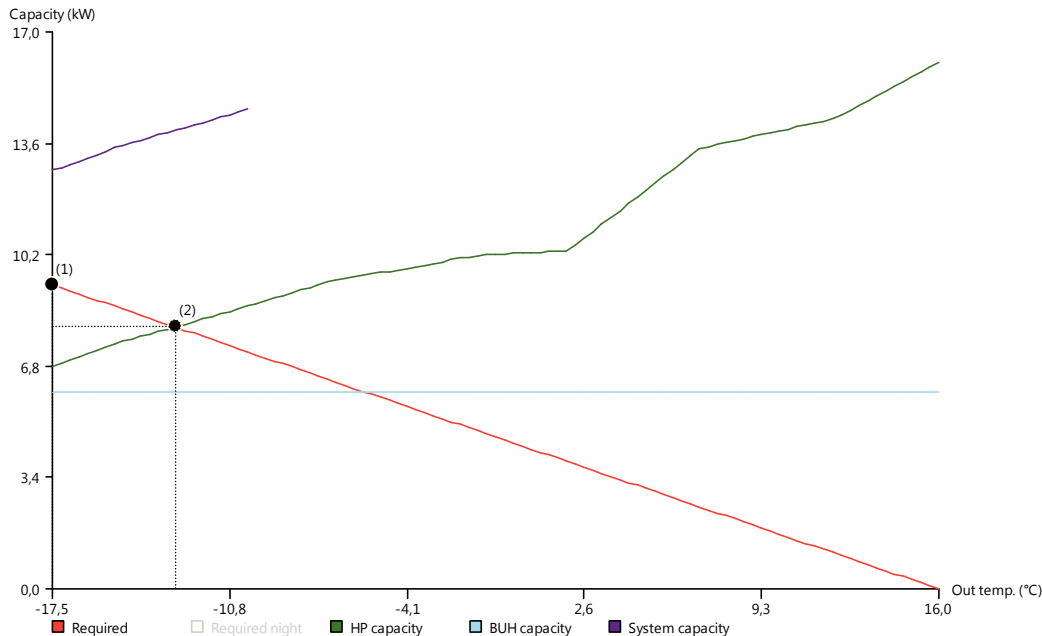
Actual total thermal energy consumption per year = 7654729 kJ.

Actual total electricity consumption per year = 4938535 kJ.

COP calculations for DHW heating. The COP used in the energy calculation is based on the FprEN16147 (replaces the former prEN255-3) large tapping pattern at a standard temp set of 48,0°C for preparation of DHW and avoiding the use of booster heater.

## 1.6. Graphs

### Heating capacity



|                      |             |                        |                  |
|----------------------|-------------|------------------------|------------------|
| Seasonal COP         | 1,8         | (1) Cap. space heating | -17,5°C / 9,3 kW |
| Total thermal energy | 69472531 kJ | (2) Equilibrium point  | -12,9°C / 8,0 kW |

#### HP capacity (Heat pump capacity):

The integrated heat generation capacity of the heat pump. This value takes into account the energy used for the defrost cycle.

Heat pump capacity depends on the outside temperature and the leaving water temperature. The simulator calculates the heat pump capacity at the minimum night temperature in the winter as described in the meteorological data, and at the selected maximum leaving water temperature.

#### BUH capacity (Backup heater capacity):

The nominal heat generation capacity of the electrical backup heater.

#### System capacity:

Total heat generation capacity of the system, i.e. the sum of heat pump capacity and backup heater capacity.

#### Spare capacity:

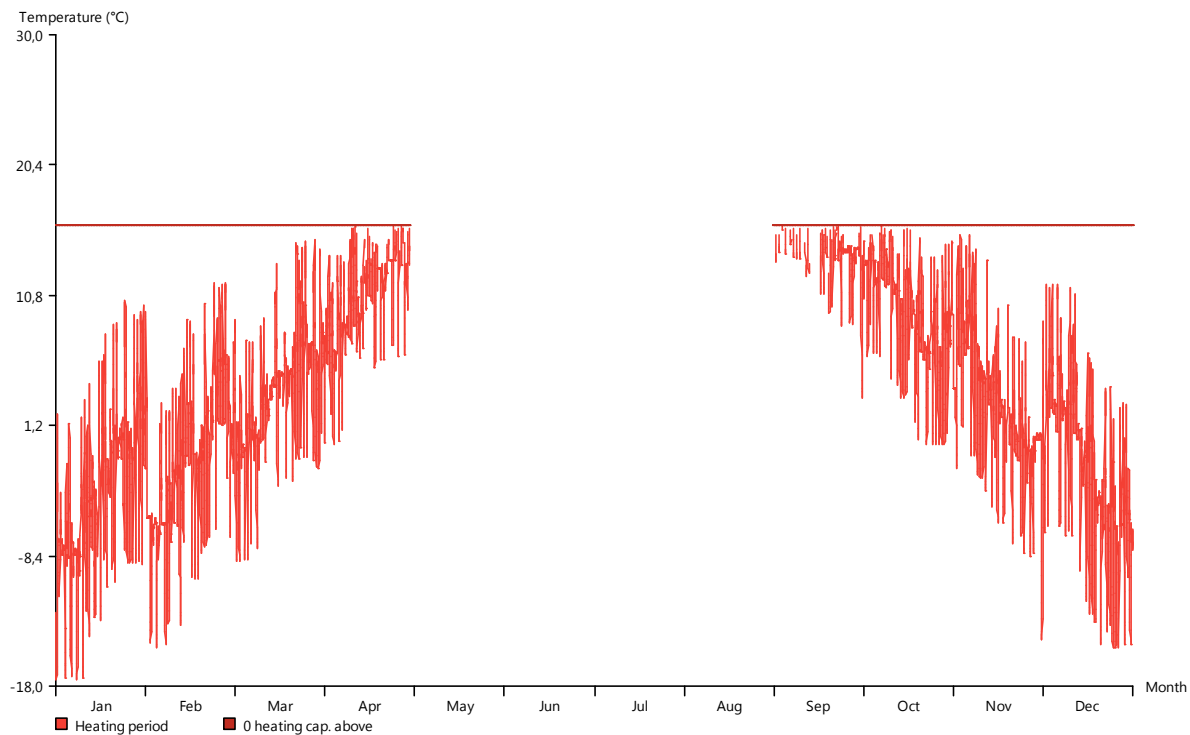
The surplus in heat generation capacity when compared to the required heating capacity, i.e. the difference between system capacity and required capacity.

#### Equilibrium point or equilibrium temperature:

The outside ambient temperature at which the heat pump capacity matches the heating demand. It is therefore the lowest outside temperature at which no additional heat source is needed. The heat pump can cover the entire heating demand down to this outside temperature. For outside temperatures below this equilibrium temperature, additional heat from the backup heater is required to fulfill the heating demand. During transient conditions at system heat-up, the equilibrium point can shift to a higher temperature than the one it would be at during normal operations.

The present report is drawn up by way of information only and does not constitute an offer binding upon Daikin. Daikin has compiled the content of this report to the best of its knowledge. No express or implied warranty is given for the completeness, accuracy, reliability or fitness for particular purpose of its content. Specifications and prices are subject to change without prior notice. Daikin explicitly rejects any liability for any direct or indirect damage, in the broadest sense, arising from or related to the use and/or interpretation of this report.

## Operation period

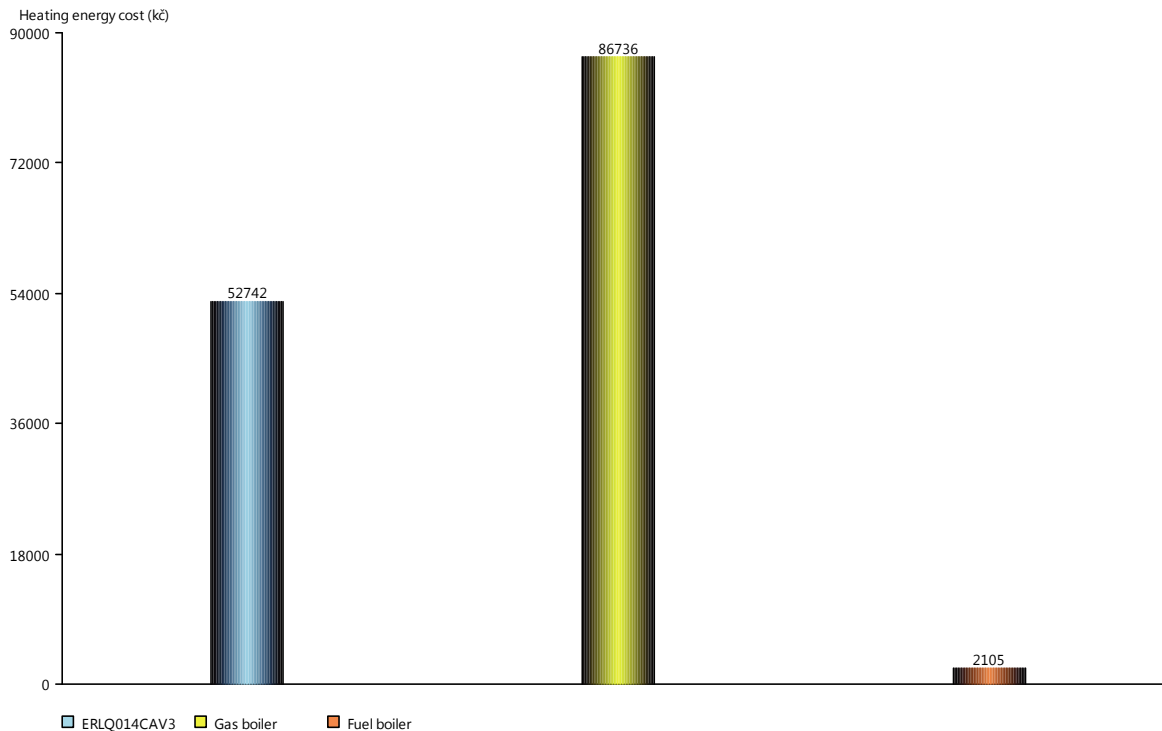


|                          |              |                |
|--------------------------|--------------|----------------|
| Location                 | Country      | Czech Republic |
|                          | City         | Ostrava/Mosnov |
| Temperatures (min / max) | Summer Day   | 25,7 / 30,0°C  |
|                          | Summer Night | 17,1 / 21,4°C  |
|                          | Winter Day   | 1,1 / 10,4°C   |
|                          | Winter Night | -17,5 / -8,2°C |

The graph shows the simulated outdoor temperature variations within the defined heating months. For heat pumps the graph also shows the temperatures in the cooling months.



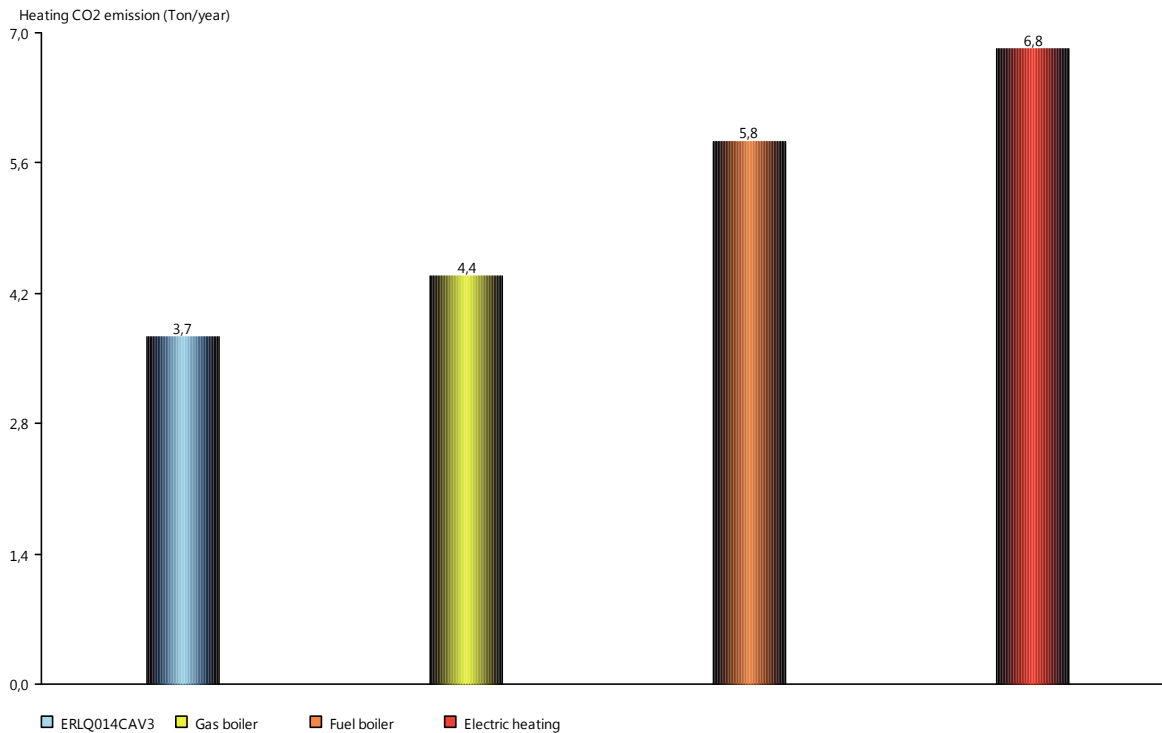
## Heating energy cost



|                              |   |                    |
|------------------------------|---|--------------------|
| Electricity normal tariff    | High price period                                       | 5 Kč/kWh           |
|                              | Low price period  | 5 Kč/kWh           |
| Electricity heat pump tariff | High price period                                       | 5 Kč/kWh           |
|                              | Low price period  | 5 Kč/kWh           |
| Electricity                  | Direct heater efficiency                                | 100%               |
|                              | Connection cost   | 5 Kč               |
| Gas                          | Tariff  | 4,0000 Kč/kWh      |
|                              | Efficiency  | 89%                |
|                              | Connection cost   | 4 Kč               |
| Fuel                         | Tariff  | 1,0000 Kč/l        |
|                              | Efficiency  | 89%                |
| Design conditions            | Conditioned surface                                     | 210 m <sup>2</sup> |
|                              | Required capacity for space heating at min. night temp. | 9,3 kW             |
|                              | Zero heating capacity at outside temperature            | 16,0°C             |

The graph shows a comparison of the simulated annual running costs for Daikin Altherma, a gas boiler and an oil boiler. The calculation is based upon the selected buildings yearly required thermal input, each systems coefficient of performance (without pump) and the inputted energy prices.

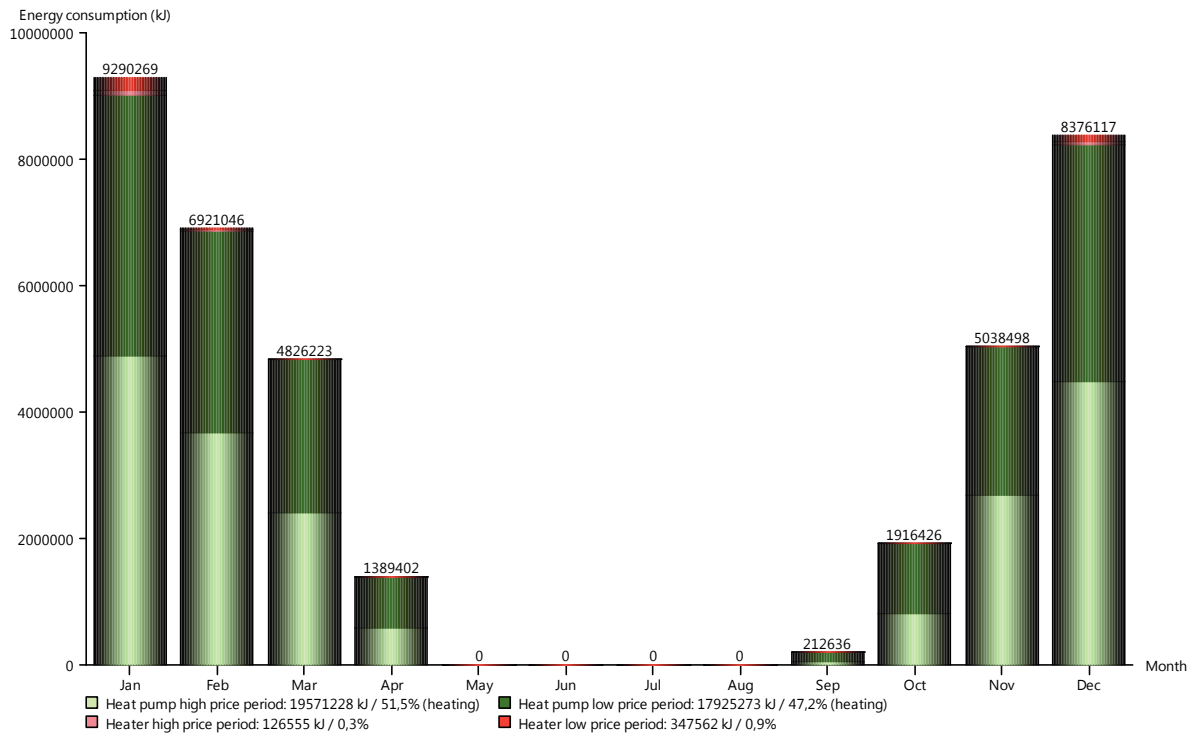
## Heating CO2 emission



|                   |   |                    |
|-------------------|---|--------------------|
| Location          | Country   | Czech Republic     |
| Electricity       | Heating CO2 emission                                    | 0,3540 kg/kWh      |
|                   | Direct heater efficiency                                | 100%               |
| Gas               | Heating CO2 emission                                    | 0,2020 kg/kWh      |
|                   | Efficiency  | 89%                |
| Fuel              | Heating CO2 emission                                    | 0,2686 kg/kWh      |
|                   | Efficiency  | 89%                |
| Design conditions | Conditioned surface                                     | 210 m <sup>2</sup> |
|                   | Required capacity for space heating at min. night temp. | 9,3 kW             |
|                   | Zero heating capacity at outside temperature            | 16,0°C             |

The graph shows a comparison of the annual CO2 emissions for Daikin Altherma, an electric heating system, a gas boiler and an oil boiler sized to cover the yearly heat load for the simulated building. Neither Daikin Altherma nor the electric heater will have any direct emissions. The emission from these systems is based on calculations according to the average CO2 emission from the selected country's electricity production.

## Energy consumption per month



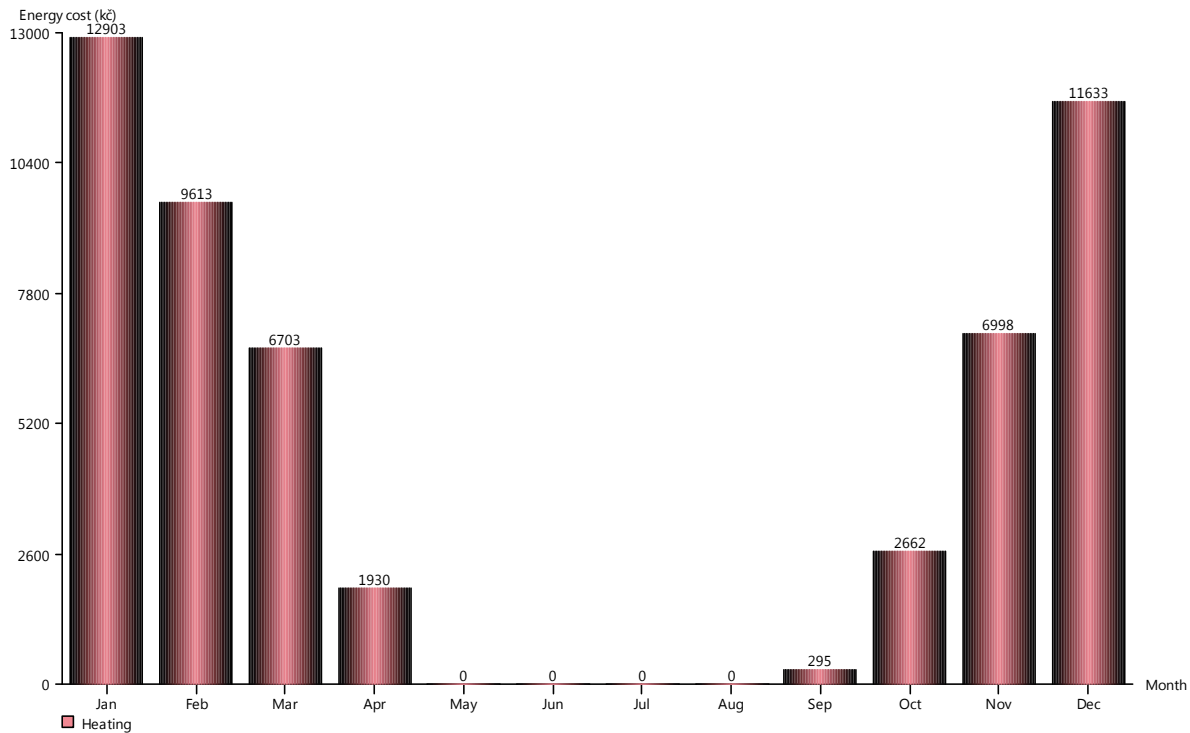
### Yearly energy consumption (heating)

**37970617 kJ**

|                              |   |                    |
|------------------------------|---|--------------------|
| Primary energy use (heating) |   | 94926543 kJ        |
| Electricity normal tariff    | High price period                                       | 5 kč/kWh           |
|                              | Low price period  | 5 kč/kWh           |
| Electricity heat pump tariff | High price period                                       | 5 kč/kWh           |
|                              | Low price period  | 5 kč/kWh           |
| Design conditions            | Conditioned surface                                     | 210 m <sup>2</sup> |
|                              | Required capacity for space heating at min. night temp. | 9,3 kW             |
|                              | Zero heating capacity at outside temperature            | 16,0°C             |
|                              |   |                    |

The graph shows the energy consumption (input) per month for the heat pump and back up heater. There is made a separation between day and night operation to show the amount of energy consumption that falls under day and night tariff.

## Energy cost per month



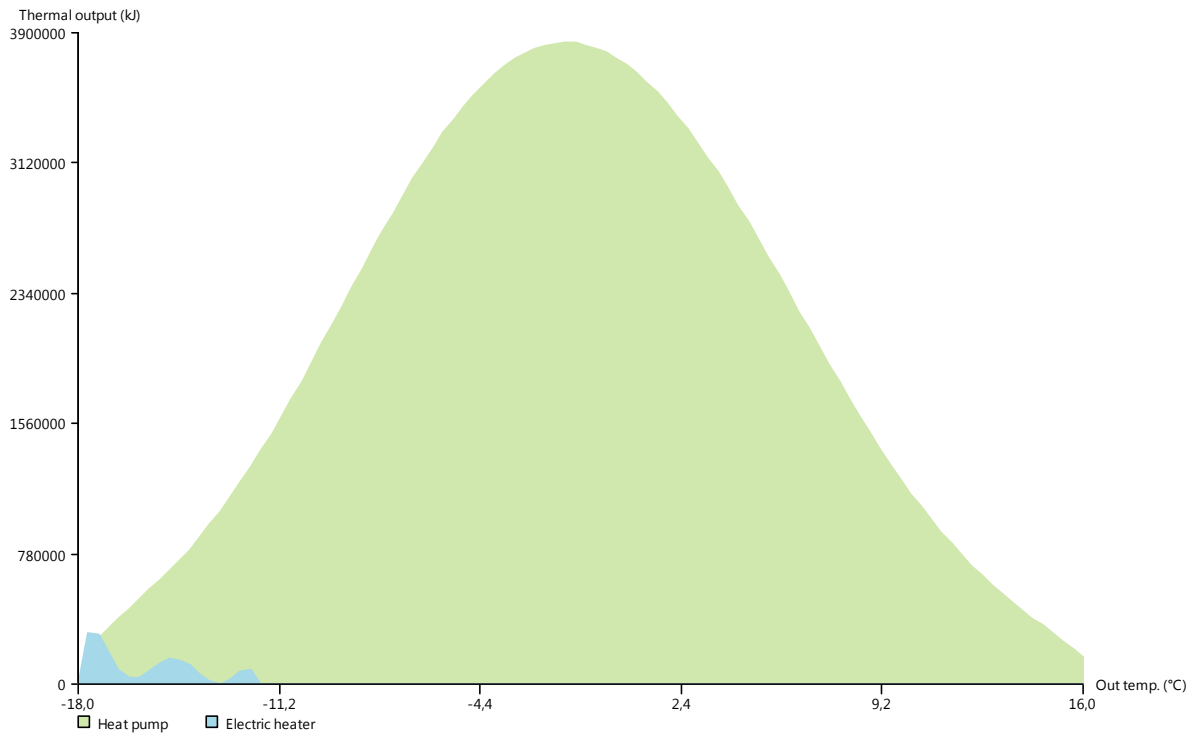
### Total cost for year (heating)

|                              |   |                    |
|------------------------------|---|--------------------|
| Electricity normal tariff    | High price period                                       | 5 Kč/kWh           |
|                              | Low price period  | 5 Kč/kWh           |
| Electricity heat pump tariff | High price period                                       | 5 Kč/kWh           |
|                              | Low price period  | 5 Kč/kWh           |
| Design conditions            | Conditioned surface                                     | 210 m <sup>2</sup> |
|                              | Required capacity for space heating at min. night temp. | 9,3 kW             |
|                              | Zero heating capacity at outside temperature            | 16,0°C             |
|                              |   |                    |

**52742 Kč**

The graph shows the running cost per month for Daikin Altherma according to the inputted electricity prices and the power input as given in the graph "energy consumption per month".

## Heating thermal output by source

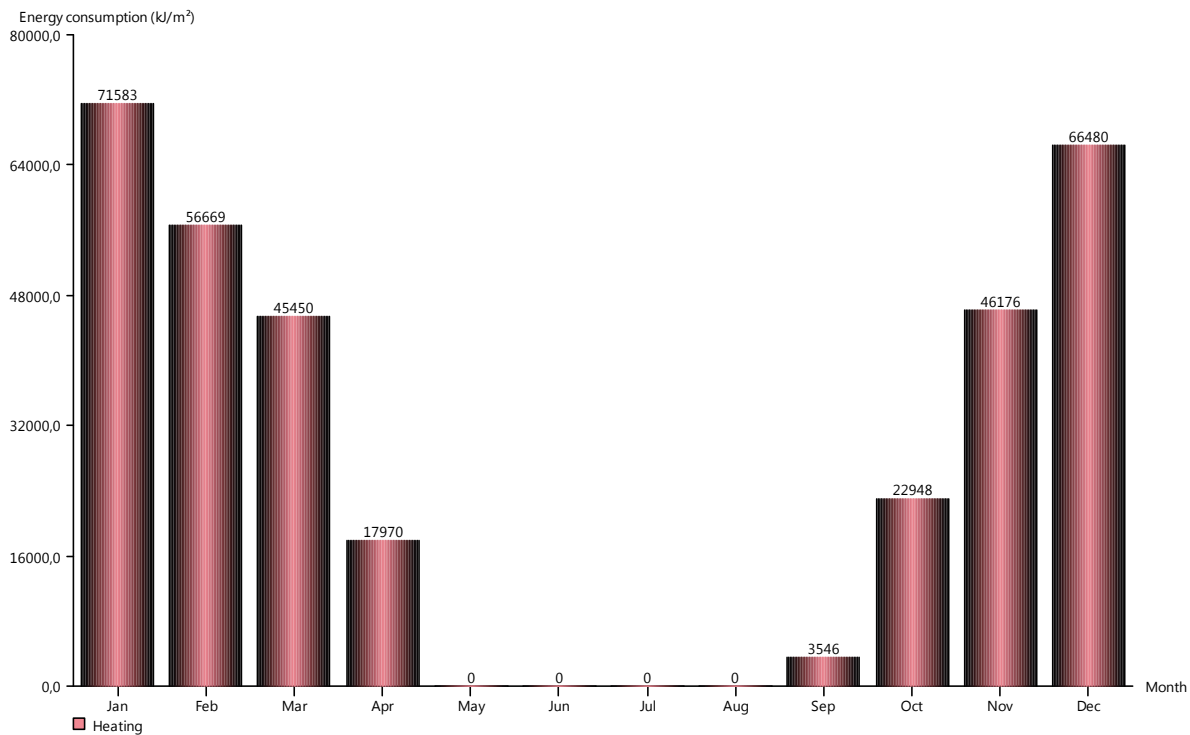


Thermal output (kJ) is given in intervals of 1°C

|                             |   |                        |
|-----------------------------|---|------------------------|
| <b>Temperature range</b>    | <b>Heat pump</b>  | <b>-17,5 / 16,0°C</b>  |
|                             | <b>Electric heater</b>                                  | <b>-17,5 / -12,9°C</b> |
| <b>Percentages for year</b> | <b>Heat pump</b>  | <b>99,3%</b>           |
|                             | <b>Electric heater</b>                                  | <b>0,7%</b>            |
| <b>Design conditions</b>    | Conditioned surface                                     | 210 m <sup>2</sup>     |
|                             | Required capacity for space heating at min. night temp. | 9,3 kW                 |
|                             | Zero heating capacity at outside temperature            | 16,0°C                 |

The graph shows the simulated thermal output in kWh for the heat pump and back up heater through one year. The back up heater is only operational at low temperatures. The main portion of the output is at moderate temperatures where the heat pump can cover the entire heating requirement.

## Energy consumption per surface



**Total for year (heating)**

**330822 kJ/m<sup>2</sup>**

**Seasonal COP**

**1,8**

**Total thermal energy (heating)**

**69472531 kJ**

Design conditions

Conditioned surface

210 m<sup>2</sup>

Required capacity for space heating at min. night temp.

9,3 kW

Zero heating capacity at outside temperature

16,0°C

The graph shows the total emitted energy per living surface per month. The required energy varies with the buildings insulation standard and the weather conditions at the location.

## **Příloha č. 7**

### **Nomogram přednastavení regulačního ventilu**

## Stanovení stupně přednastavení ventilu:

### Příklad výpočtu:

Hledáno: stupeň přednastavení

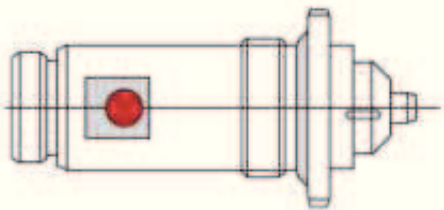
Dáno:

- tepelný výkon:  $Q = 960 \text{ W}$
- ochlazení vody:  $t_1 - t_2 = 15 \text{ K}$  (70/55 °C)
- tlaková ztráta otopného tělesa s ventilem:  $p = 65 \text{ mbar}$
- tepelná kapacita vody:  $c = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$

Řešení: hmotnostní průtok:

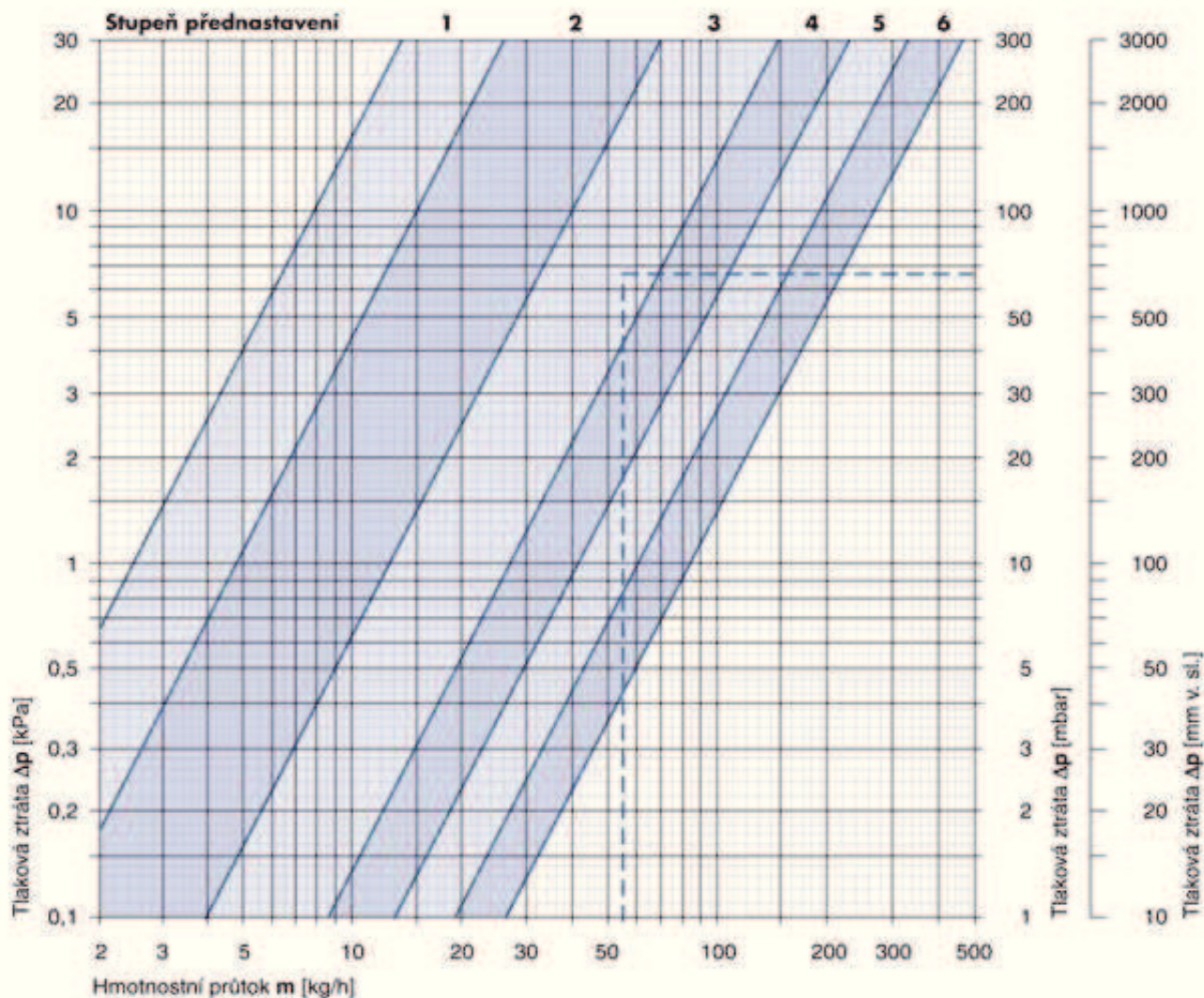
$$m = \frac{Q}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{960}{1,163 \cdot 15} = 55 \text{ kg/h}$$

Stupeň přednastavení: 3



## Nastaven stupeň 3





| Otopná tělesa v provedení Ventil<br>Kompakt bez přípojevacích<br>armatur |                     | Stupeň přednastavení ventilu |       |        |        |        |        | Nejvyšší<br>připustná<br>prov.<br>teplota<br>[°C] | Nejvyšší<br>připustný<br>prov.<br>přetlak<br>[MPa] |
|--|---------------------|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|---|--|
|  |                     | 1                            | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      |   |  |
| Ventil s přednastavením<br>v šesti stupních a<br>termostatickou hlavici  | $k_V$               | min                          | 0,025 | >0,047 | >0,126 | >0,269 | >0,417 | >0,600  |  |
|  | [m <sup>3</sup> /h] | ÷                            | ÷     | ÷      | ÷      | ÷      | ÷      |   |  |
|  |                     | max                          | 0,047 | 0,126  | 0,269  | 0,417  | 0,600  | 0,840   | 110  |
|  | $k_{VS}$            |                              | 0,051 | 0,133  | 0,294  | 0,430  | 0,630  | 0,980   |  |
|  | [m <sup>3</sup> /h] |                              |       |        |        |        |        |   |  |

[Verze pro tisk](#)  
[Nahoru](#)

© 2012 KORADO, a. s.

## **Příloha č. 8**

### **Technické parametry radiátoru Korado**



# RADIK® ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

## RADIK KLASIK, RADIK VK, RADIK VKU, RADIK VKL

|  | Typ 10<br>Typ 10 VK<br>Typ 10 VKL |        |            |        |            | Typ 11<br>Typ 11 VK<br>Typ 11 VKL |        |             |        |            | Typ 20<br>Typ 20 VK<br>Typ 20 VKL<br>Typ 20 VKU |            |        |        |        |
|--|-----------------------------------|--------|------------|--------|------------|-----------------------------------|--------|-------------|--------|------------|---|------------|--------|--------|--------|
| Výška H [mm]                                 | 300                               | 400    | 500        | 600    | 900        | 300                               | 400    | 500         | 600    | 900        | 300   | 400        | 500    | 600    | 900    |
| Jmenovitý tepelný výkon [W/m]                | 330                               | 423    | 514        | 604    | 875        | 549                               | 708    | 858         | 1002   | 1394       | 554   | 698        | 838    | 978    | 1398   |
| Tepelný exponent n [-]                       | 1,3319                            | 1,3193 | 1,3068     | 1,2942 | 1,3083     | 1,3156                            | 1,3140 | 1,3123      | 1,3107 | 1,3206     | 1,2986  | 1,2995     | 1,3005 | 1,3014 | 1,3548 |
| $K_T$  | $c_0$                             |        | 0,01983700 |        | 1,29050000 | 0,01407200                        |        | 1,34220000  |        | 0,05138300 |   | 1,28720000 |        |        |        |
| b  | $c_1$                             |        | 0,81190000 |        | 0,00003492 | 0,94200000                        |        | -0,00004407 |        | 0,73450000 |   | 0,00005091 |        |        |        |
| Hmotnost tělesa [kg/m]                       | 6,38                              | 8,40   | 10,41      | 12,43  | 19,20      | 10,42                             | 14,15  | 17,87       | 21,60  | 32,80      | 13,00   | 17,23      | 21,47  | 25,70  | 38,70  |
| Vodní objem [l/m]                            | 1,9                               | 2,3    | 2,7        | 3,1    | 4,3        | 1,9                               | 2,3    | 2,7         | 3,1    | 4,3        | 3,7   | 4,4        | 5,1    | 5,8    | 8,3    |
| Průtokový součinitel $A_T$ [m <sup>2</sup> ] | $6,5 \times 10^{-5}$ (DN 15)      |        |            |        |            | $6,5 \times 10^{-5}$ (DN 15)      |        |             |        |            | $1,0 \times 10^{-4}$ (DN 15)                    |            |        |        |        |
| Součinitel odporu $\xi_T$ [-]                | 19,0 (DN 15)                      |        |            |        |            | 19,0 (DN 15)                      |        |             |        |            | 8,5 (DN 15)                                     |            |        |        |        |

Uvedené hodnoty pro průtokový součinitel  $A_T$  a součinitel odporu  $\xi_T$  platí pouze pro model RADIK KLASIK.

## RADIK VKM

|                               | Typ 10 VKM |        |            |        |             | Typ 11 VKM |        |            |        |            | Typ 20 VKM |            |        |        |        |
|-------------------------------|------------|--------|------------|--------|-------------|------------|--------|------------|--------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|
| Výška H [mm]                  | 300        | 400    | 500        | 600    | 900         | 300        | 400    | 500        | 600    | 900        | 300        | 400        | 500    | 600    | 900    |
| Jmenovitý tepelný výkon [W/m] | 375        | 476    | 572        | 665    | 922         | 533        | 683    | 831        | 979    | 1432       | 627        | 784        | 934    | 1080   | 1502   |
| Tepelný exponent n [-]        | 1,2945     | 1,3013 | 1,3081     | 1,3149 | 1,3331      | 1,2583     | 1,2772 | 1,2962     | 1,3151 | 1,3291     | 1,2960     | 1,3027     | 1,3093 | 1,3160 | 1,3456 |
| $K_T$                         | $c_0$      |        | 0,01616400 |        | 1,32460000  | 0,03737600 |        | 1,27140000 |        | 0,05474000 |            | 1,30360000 |        |        |        |
| b                             | $c_1$      |        | 0,85720000 |        | -0,00001748 | 0,79480000 |        | 0,00004924 |        | 0,73930000 |            | 0,00002583 |        |        |        |
| Hmotnost tělesa [kg/m]        | 6,90       | 8,77   | 10,63      | 12,50  | 18,50       | 10,29      | 13,48  | 16,67      | 19,86  | 31,00      | 13,67      | 17,58      | 21,50  | 25,42  | 37,50  |
| Vodní objem [l/m]             | 1,9        | 2,3    | 2,7        | 3,1    | 4,5         | 1,9        | 2,3    | 2,7        | 3,1    | 4,5        | 3,7        | 4,5        | 5,3    | 6,2    | 8,7    |

## RADIK MM

|  | Typ 10 MM                      |        |            |       |             | Typ 11 MM                      |        |             |        |            | Typ 20 MM                      |            |        |        |        |
|--|--------------------------------|--------|------------|-------|-------------|--------------------------------|--------|-------------|--------|------------|--------------------------------|------------|--------|--------|--------|
| Výška H [mm]                                 | 300                            | 400    | 500        | 600   | 900         | 300                            | 400    | 500         | 600    | 900        | 300                            | 400        | 500    | 600    | 900    |
| Jmenovitý tepelný výkon [W/m]                | 359                            | 464    | 564        | 661   | 927         | 572                            | 728    | 876         | 1017   | 1404       | 581                            | 735        | 884    | 1032   | 1469   |
| Tepelný exponent n [-]                       | 1,2848                         | 1,2852 | 1,2856     | 1,286 | 1,3011      | 1,2631                         | 1,2693 | 1,2754      | 1,2816 | 1,3014     | 1,2893                         | 1,2982     | 1,3071 | 1,3160 | 1,3321 |
| $K_T$  | $c_0$                          |        | 0,01042300 |       | 1,31201000  | 0,02394200                     |        | 1,30032000  |        | 0,04454500 |                                | 1,29117000 |        |        |        |
| b  | $c_1$                          |        | 0,93910200 |       | -0,00003545 | 0,88171000                     |        | -0,00002999 |        | 0,76841900 |                                | 0,00003559 |        |        |        |
| Hmotnost tělesa [kg/m]                       | 6,38                           | 8,40   | 10,41      | 12,43 | 19,20       | 10,42                          | 14,15  | 17,87       | 21,60  | 32,80      | 13,00                          | 17,23      | 21,47  | 25,70  | 38,70  |
| Vodní objem [l/m]                            | 1,9                            | 2,3    | 2,7        | 3,1   | 4,3         | 1,9                            | 2,3    | 2,7         | 3,1    | 4,3        | 3,7                            | 4,4        | 5,1    | 5,8    | 8,3    |
| Průtokový součinitel $A_T$ [m <sup>2</sup> ] | $3,399 \times 10^{-5}$ (DN 15) |        |            |       |             | $3,399 \times 10^{-5}$ (DN 15) |        |             |        |            | $3,906 \times 10^{-5}$ (DN 15) |            |        |        |        |
| Součinitel odporu $\xi_T$ [-]                | 70 (DN 15)                     |        |            |       |             | 70 (DN 15)                     |        |             |        |            | 53 (DN 15)                     |            |        |        |        |



# RADIK® ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

## RADIK KLASIK, RADIK VK, RADIK VKU, RADIK VKL

|   | Typ 21<br>Typ 21 VK<br>Typ 21 VKL<br>Typ 21 VKU |            |        |        |             | Typ 22<br>Typ 22 VK<br>Typ 22 VKL<br>Typ 22 VKU |        |            |        |        | Typ 33<br>Typ 33 VK<br>Typ 33 VKL<br>Typ 33 VKU |        |        |            |        |             |  |
|---|---|------------|--------|--------|-------------|---|--------|------------|--------|--------|---|--------|--------|------------|--------|-------------|--|
| Výška H [mm]  | 300   | 400        | 500    | 600    | 900         | 300   | 400    | 500        | 600    | 900    | 300   | 400    | 500    | 600        | 900    |             |  |
| Jmenovitý tepelný výkon [W/m]                         | 745   | 937        | 1117   | 1288   | 1754        | 966   | 1216   | 1452       | 1679   | 2313   | 1379  | 1738   | 2079   | 2406       | 3328   |             |  |
| Teplotní exponent n [-]                               | 1,3197  | 1,3238     | 1,3278 | 1,3319 | 1,3578      | 1,3297  | 1,3316 | 1,3334     | 1,3353 | 1,3574 | 1,2977  | 1,3129 | 1,3282 | 1,3434     | 1,3626 |             |  |
| K <sub>T</sub>  | c <sub>0</sub>                                  | 0,03399300 |        |        | 1,35050000  |   |        | 0,05120200 |        |        | 1,34380000                                      |        |        | 0,07428700 |        | 1,33630000  |  |
| b   | c <sub>1</sub>                                  | 0,83090000 |        |        | -0,00002395 |   |        | 0,80550000 |        |        | -0,00000514                                     |        |        | 0,80730000 |        | -0,00000262 |  |
| Hmotnost tělesa [kg/m]                                | 15,60   | 20,57      | 25,53  | 30,50  | 47,00       | 18,40   | 24,37  | 30,33      | 36,30  | 56,30  | 27,70   | 36,83  | 45,97  | 55,10      | 84,50  |             |  |
| Vodní objem [l/m]                                     | 3,7   | 4,4        | 5,1    | 5,8    | 8,3         | 3,7   | 4,4    | 5,1        | 5,8    | 8,4    | 5,3   | 6,4    | 7,6    | 8,7        | 12,6   |             |  |
| Průtokový součinitel A <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> ] | 1,0 x 10 <sup>-4</sup> (DN 15)                  |            |        |        |             | 1,0 x 10 <sup>-4</sup> (DN 15)                  |        |            |        |        | 1,18 x 10 <sup>-4</sup> (DN 15)                 |        |        |            |        |             |  |
| Součinitel odporu ξ <sub>T</sub> [-]                  | 8,5 (DN 15)                                     |            |        |        |             | 8,5 (DN 15)                                     |        |            |        |        | 5,8 (DN 15)                                     |        |        |            |        |             |  |

Uvedené hodnoty pro průtokový součinitel  $A_T$  a součinitel odporu  $\xi_T$  platí pouze pro model RADIK KLASIK.

## RADIK VKM

|                                  |                | Typ 21 VKM |        |        |            |        | Typ 22 VKM |        |        |             |        | Typ 33 VKM |        |        |             |        |
|----------------------------------|----------------|------------|--------|--------|------------|--------|------------|--------|--------|-------------|--------|------------|--------|--------|-------------|--------|
| Výška <b>H</b> [mm]              |                | 300        | 400    | 500    | 600        | 900    | 300        | 400    | 500    | 600         | 900    | 300        | 400    | 500    | 600         | 900    |
| Jmenovitý tepelný výkon<br>[W/m] |                | 748        | 937    | 1118   | 1294       | 1802   | 950        | 1204   | 1447   | 1680        | 2335   | 1331       | 1716   | 2075   | 2411        | 3286   |
| Teplotní exponent <b>n</b> [-]   |                | 1,3135     | 1,3259 | 1,3384 | 1,3508     | 1,3791 | 1,2985     | 1,3122 | 1,3260 | 1,3397      | 1,3609 | 1,3190     | 1,3273 | 1,3357 | 1,3440      | 1,3708 |
| K <sub>r</sub>                   | c <sub>0</sub> | 0,05250800 |        |        | 1,33530000 |        | 0,04268400 |        |        | 1,33820000  |        | 0,02273700 |        |        | 1,39030000  |        |
| b                                | c <sub>1</sub> | 0,75670000 |        |        | 0,00002048 |        | 0,83910000 |        |        | -0,00000944 |        | 0,98690000 |        |        | -0,00007695 |        |
| Hmotnost tělesa<br>[kg/m]        |                | 15,50      | 20,22  | 24,94  | 29,67      | 45,17  | 17,90      | 23,60  | 29,30  | 35,00       | 54,00  | 26,20      | 34,70  | 43,20  | 51,70       | 80,75  |
| Vodní objem<br>[l/m]             |                | 3,7        | 4,5    | 5,3    | 6,2        | 8,7    | 3,7        | 4,5    | 5,3    | 6,2         | 8,9    | 5,4        | 6,7    | 8,0    | 9,3         | 13,0   |

## RADIK MM

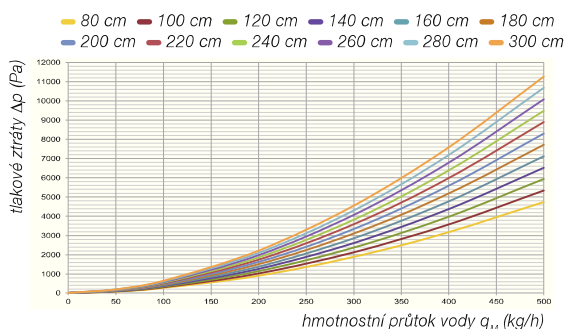
|   |                | Typ 21 MM                        |        |        |             |        | Typ 22 MM                        |        |        |            |        | Typ 33 MM                        |        |        |             |        |
|---|----------------|----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|----------------------------------|--------|--------|------------|--------|----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|
| Výška H [mm]  |                | 300                              | 400    | 500    | 600         | 900    | 300                              | 400    | 500    | 600        | 900    | 300                              | 400    | 500    | 600         | 900    |
| Jmenovitý tepelný výkon [W/m]                         |                | 736                              | 932    | 1114   | 1284        | 1731   | 982                              | 1233   | 1472   | 1702       | 2357   | 1279                             | 1665   | 2028   | 2369        | 3258   |
| Teplotní exponent n [-]                               |                | 1,2990                           | 1,3075 | 1,3161 | 1,3246      | 1,3517 | 1,2941                           | 1,3069 | 1,3197 | 1,3325     | 1,3408 | 1,3036                           | 1,3122 | 1,3208 | 1,3294      | 1,3487 |
| K <sub>r</sub>  | c <sub>0</sub> | 0,02336240                       |        |        | 1,35811000  |        | 0,06657990                       |        |        | 1,31712000 |        | 0,01766570                       |        |        | 1,37772000  |        |
| b   | c <sub>1</sub> | 0,89572800                       |        |        | -0,00005488 |        | 0,77778600                       |        |        | 0,00000880 |        | 1,03453000                       |        |        | -0,00008574 |        |
| Hmotnost tělesa [kg/m]                                |                | 15,60                            | 20,57  | 25,53  | 30,50       | 47,00  | 18,40                            | 24,37  | 30,33  | 36,30      | 56,30  | 27,70                            | 36,83  | 45,97  | 55,10       | 84,50  |
| Vodní objem [l/m]                                     |                | 3,7                              | 4,4    | 5,1    | 5,8         | 8,3    | 3,7                              | 4,4    | 5,1    | 5,8        | 8,4    | 5,3                              | 6,4    | 7,6    | 8,7         | 12,6   |
| Průtokový součinitel A <sub>r</sub> [m <sup>2</sup> ] |                | 3,906 x 10 <sup>-5</sup> (DN 15) |        |        |             |        | 3,906 x 10 <sup>-5</sup> (DN 15) |        |        |            |        | 3,906 x 10 <sup>-5</sup> (DN 15) |        |        |             |        |
| Součinitel odporu ξ <sub>r</sub> [-]                  |                | 53 (DN 15)                       |        |        |             |        | 53 (DN 15)                       |        |        |            |        | 53 (DN 15)                       |        |        |             |        |

## **Příloha č. 9**

### **Technické parametry konvektoru Likon**

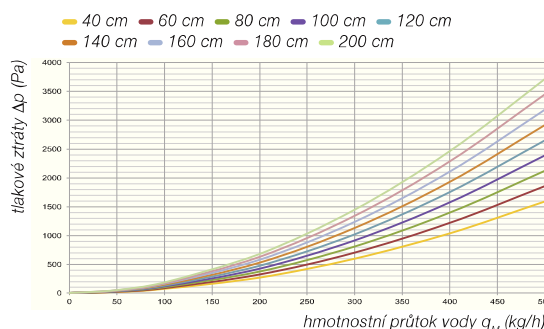
## PK 15/42, PK 19/42

Výměník OR-D4



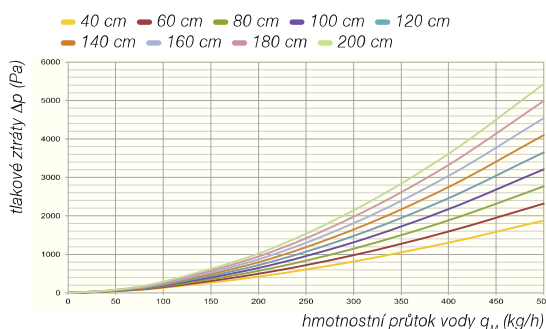
## OK 45/6, OK 60/6

Výměník OK 6



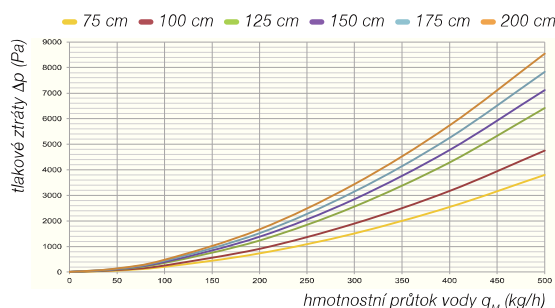
## OK 45/12, OK 60/12

Výměník OK 12



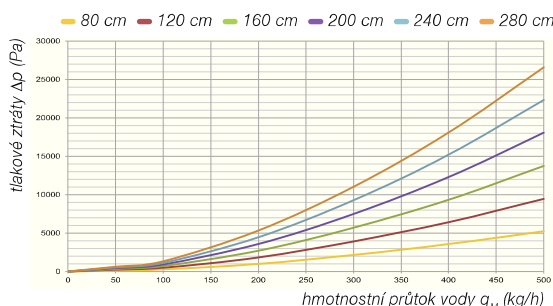
## OKIOC 45/11

Výměník OKIOC 45/11



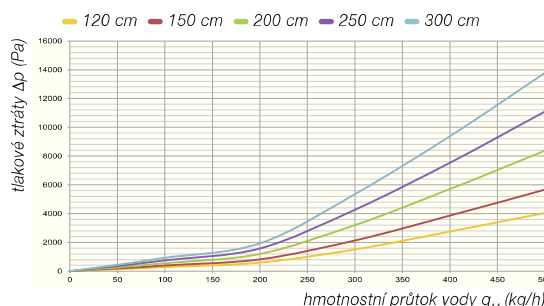
## PKIOC 9/20

Výměník PKIOC 9/20



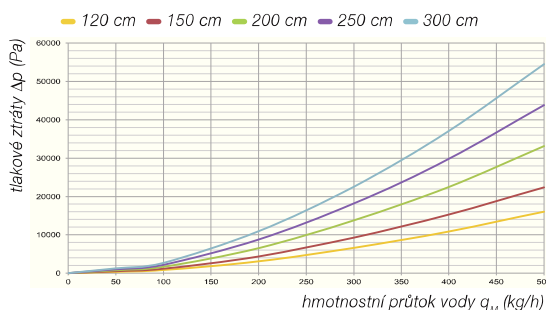
## PKIOC 13/34

Výměník PKIOC 13/34



## PKWOC 13/34

Výměník PKWOC 13/34



## Příklady přepočtu na odlišný teplotní rozdíl

$$\Delta t = (t_{w1} + t_{w2}) / 2 - t_i$$

Kde:  $t_{w1}$  je vstupní teplota vody (°C)

$t_{w2}$  je výstupní teplota vody (°C)

$t_i$  je teplota vzduchu (°C)

$\Delta t$  je ochlazení vody (K)

Součinitel odporu platí pro obě přípojky 1/2". Koefficient  $k_t$  naleznete v tabulce opravných součinitelů u konkrétního tělesa.

Zadáno: otopné těleso Licon OR-D2/140

Výpočtový provozní stav: 75/65/20 °C

$Q_n = 1198$  W máme přepočítat na teplotní rozdíl  $\Delta t = 40$  K

$Q = Q_n \times \text{koefficient } k_t = 1198 \times 0,748 = 896$  W

Zadáno: otopné těleso Licon OKN 140/60/6

Výpočtový provozní stav: 75/65/20 °C

$Q_n = 1018$  W máme přepočítat na teplotní rozdíl  $\Delta t = 30$  K

$Q = Q_n \times \text{koefficient } k_t = 1018 \times 0,515 = 525$  W

## **Příloha č. 10**

### **Tabulka tlakových ztrát jednotlivých větví**

## Tabulka tlakových ztrát

[illegible][illegible][illegible]



### Tabulka tlakových ztrát

[illegible][illegible][illegible]

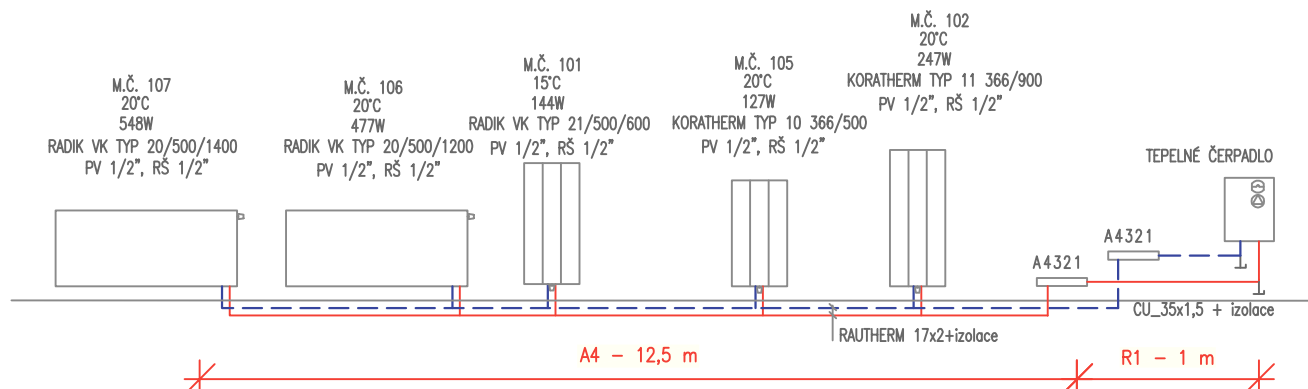
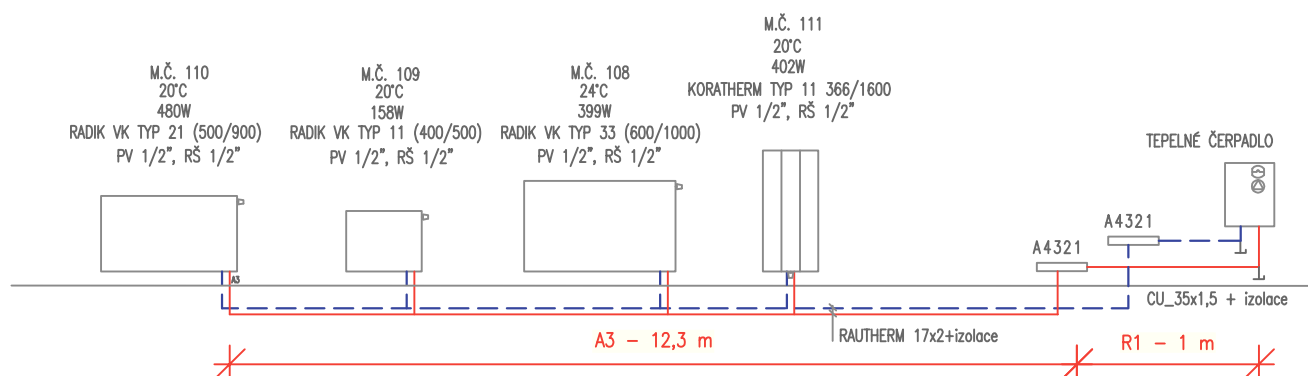
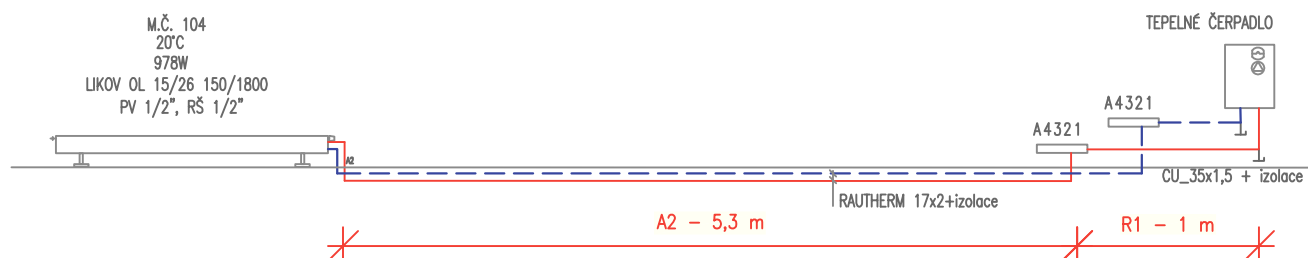
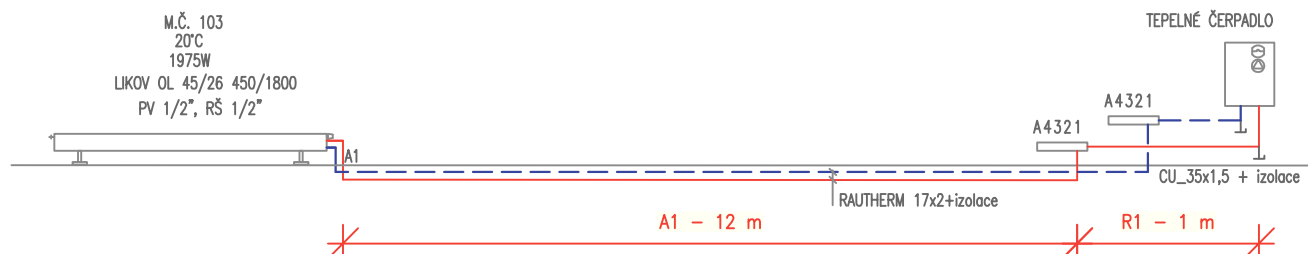
### Tabulka tlakových ztrát

[illegible]

## **Příloha č. 11**

### **Schéma větví 1**

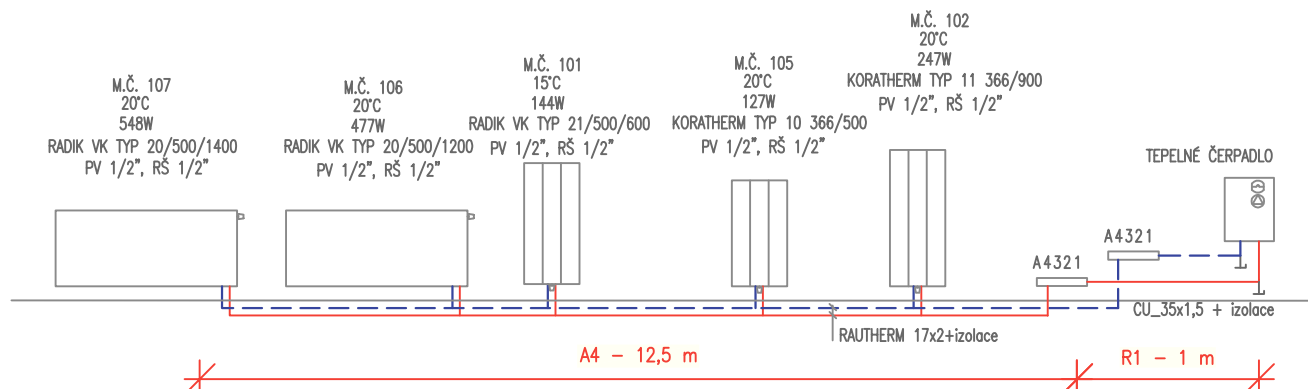
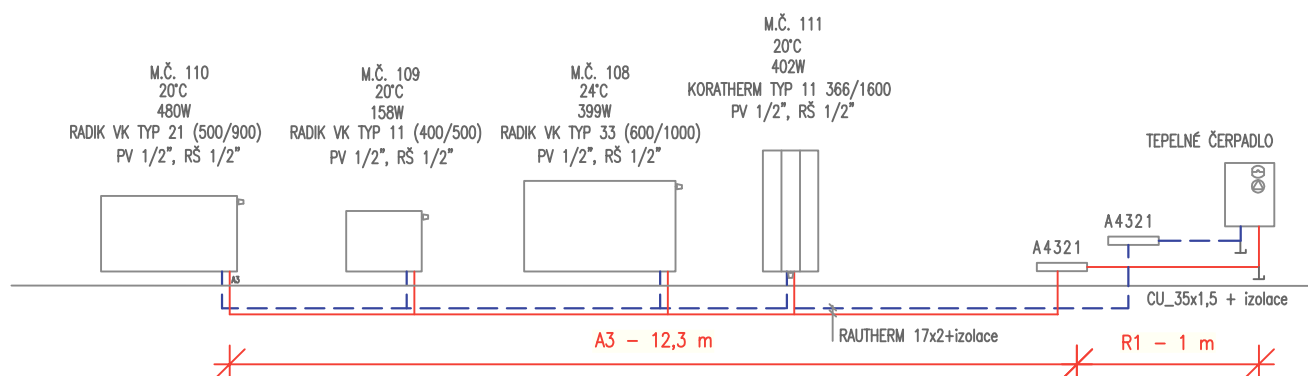
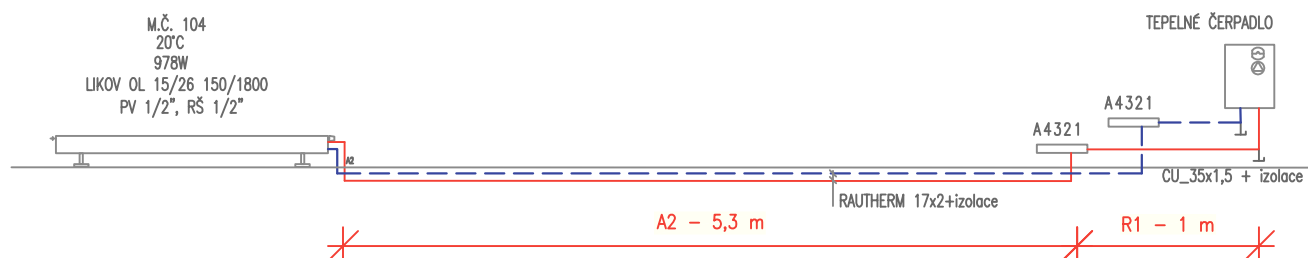
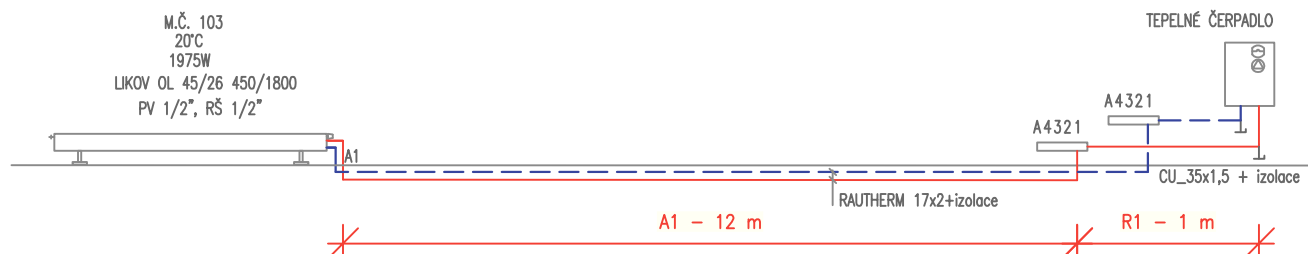
## Schémata jednotlivých větví 1



## **Příloha č. 11**

### **Schéma větví 1**

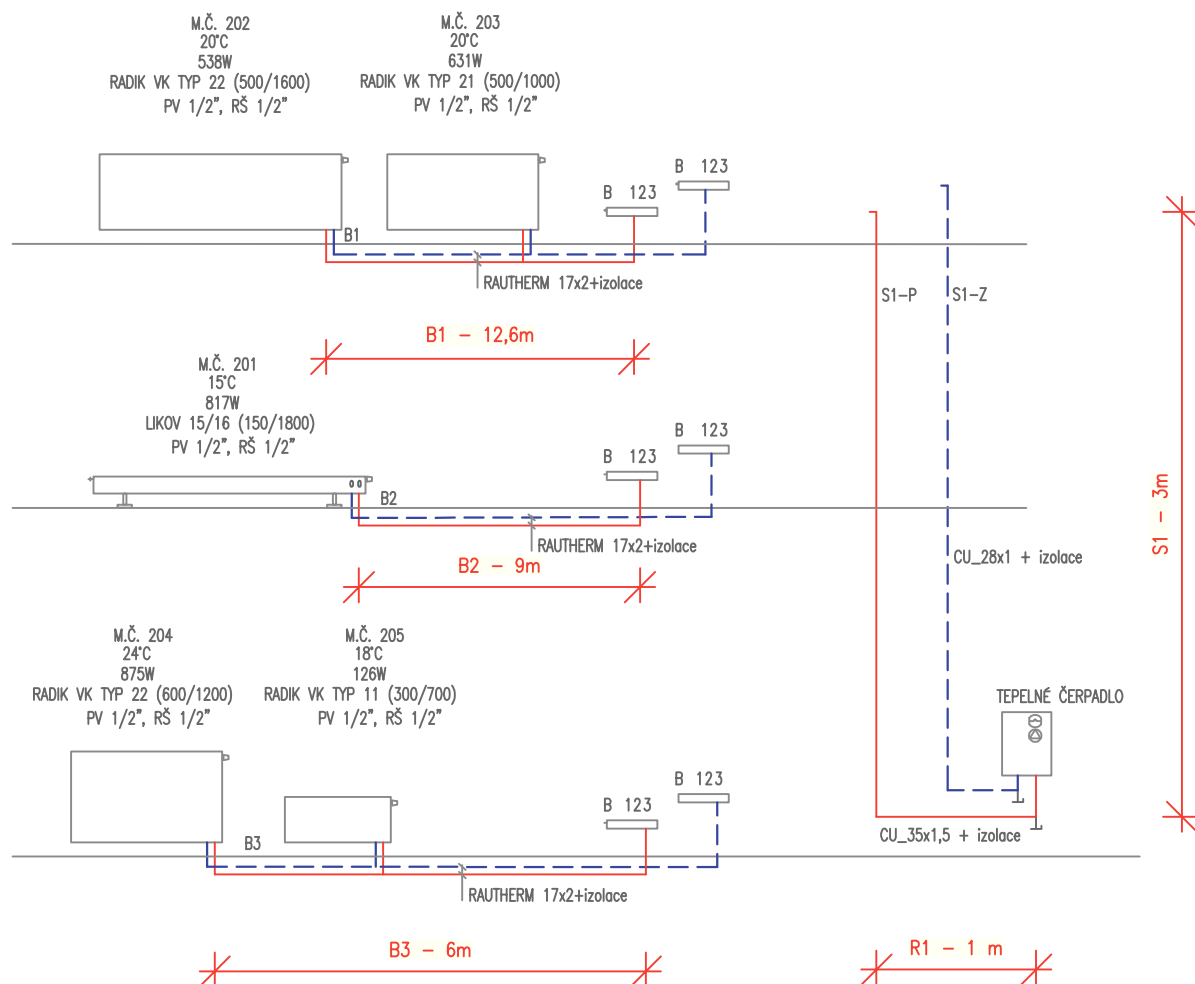
## Schémata jednotlivých větví 1



## **Příloha č. 12**

### **Schéma větví 2**

## Schémata jednotlivých větví 2





## **Příloha č. 13**

### **Výpočet schodiště**